# MACH

# PROF. Dr. ERNST MACH





Charles Scolik, Wien VIII phot.

8152.

*Mach*

Photographische Gesellschaft in Berlin



Hofrat Ernst Mach, Wien,
bekannter Philosoph, feierte seinen
70. Geburtstag. (Ältere Aufnahme.)



1.

Verehrter Freund!

Verzeihen Sie, dass ich so lange nicht geschrieben. Ich war von mühsamer und langwieriger Arbeit stark abgespannt. Am 27. habe ich eine Reise über Nürnberg, ~~Leipzig~~ Regensburg, Passau, Salzburg, Innsbruck, Klagenfurt, Marburg angetreten. Befinde mich jetzt bei meinem Vater in Slatenegg bei [illegible] in Krain. In [illegible] Tage[illegible] [illegible] ich [illegible] Wien. Ein Brief [illegible] wird mich kaum mehr antreffen. Kurze Zeit will ich in Graz verweilen.

Was Ihre Ausführungen über [illegible] betrifft, so bin ich zwar nicht in der Lage jetzt eingehend darüber nachzudenken, möchte aber Folgendes bemerken.

Was meinen subjectiven Standpunkt betrifft, so fühle ich an, dass mir und meinen besten [illegible] die [illegible] von [illegible] gehalten

Lieber Freund!

Verzeihen Sie, dass ich so lange nicht geschrieben. Ich war von mühsamer und langwieriger Arbeit stark abgespannt. Am 27. habe ich eine Reise über Nürnberg, Straubing, Regensburg, Passau, Salzburg, Innsbruck, Klagenfurt, Marburg angetreten. Befinde mich jetzt bei meinem Vater in Strassberg bei Radkersburg in Steier-mark. [illegible] Lange bleibe ich nicht hier. Die Briefe können mich nicht mehr antreffen. Meine Zeit will ich in Graz verwenden.

Was Ihre Ausführungen über Philosophie betrifft, so bin ich zwar nicht in der Lage jetzt eingehend darüber nachzudenken, möchte aber Folgendes bemerken.

Von meinem subjectiven Standpunkt betrachtet, so gestehe ich es, dass mir von meinen beiden Schriften die Religion als eine Hauptsache gelten

wurde ohne allen Zwang. Wir waren deshalb auch schon sehr früh ein Heiden. Da ich die drei letzten Jahre im Gymnasium öffentlich studirte, musste ich gegen meine Überzeugung alles mitmachen und daher habe ich einen gewissen Ekel vor Kirchenduft, Kruzifix, Weihrauch u.s.w. zurückbehalten. Im Ganzen aber trage ich nicht jenen Hass mit, welchen Leute in den „Kulturkampf" bringen, die mit grosser Mühe sich Aufklärung verschafft haben. Das ist ja natürlich.

Ich füge hinzu, dass meine Frau katholisch ~~[illegible]~~ ist. Niemand von uns bemerkt natürlich irgend eine Religionsübung und auch die Kinder haben gar keinen Gottesbegriff und sind gesund dabei. Jetzt, da mein Junge ins Gymnasium eintreten soll, bleibt allerdings nichts übrig, als den Katechismus zu lernen. Er wird von einem Juden in der katholischen Religion unterrichtet. — Ein solches oder ähnliches Verhältniss würde in vielen katholischen Familien Österreichs bestehen.

Die Protestanten glauben das nicht, sie sehen das Gegentheil voraus und Fechner war über diese Aufklärung im hohen Grade erstaunt, wo nicht betroffen.

Sie sehen hieraus, dass von einer erheblichen Differenz zwischen uns nicht recht die Rede sein kann und dass ich bei dem Folgenden nicht mit meinem persönlichen Gefühl betheiligt bin. Denke ich auch, wegen meines Eckels vor dem Crucifixe – darin fühle ich ganz antike (etwa wie Freund) – lieber an eine antike als an eine moderne Religion, so glaube ich doch über Religion, so objectiv zu urtheilen, wie wenn ich die Sache vom Monde aus betrachten würde.

Die Religion scheint mir aus einem Gefühl der Zusammengehörigkeit mit einem grösseren Ganzen und einigen mehr oder weniger klaren oder unklaren, mehr oder weniger schönen Vorstellungen zu bestehen, welche aus jenem Gefühle herauswachsen, wie gewisse Traumphantasmen aus gewissen Darmgefühlen.

Man sieht, wie ich glaube mit Absicht,

Einheits-Natur-Gefühl

in lebhaften Vorstellungen das Wesentliche.
Man bemüht sich ohne Grund (Strauss)
jene Vorstellungen, die für den Vernünfti-
gen x widerlegt sind, sowie sie auch erfun-
den sind, historisch zu widerlegen. Der
beste historische Beweis für dieselben
wird auch nicht im Geringsten beeinträchti-
gen.

Schleiermacher – Mystiker (Auffassung [illegible])

Das Problem der gewaltigen Naturerschei-
nung, die wir Religion nennen, liegt viel[leicht]
nicht in dem Gefühls- oder instinctiven
Theil derselben. Strauss selbst beweist
das hinlänglich, indem er, nachdem er
alles widerlegt haben will, auf – die
Kunstduselei als Ersatz verfällt.
(Der alte u. d. n. Gl.). Hier liegt das Problem.
("Die Verpflichtung" fühlt aber das nicht,
was darüber gesagt wird).
Nicht minder komisch ist es, wenn manche
Philologen u Historiker, die Heroen
begriffen zu haben glauben, indem sie
des Teufels Raben auf Odin's Raben
zurückführen, als ob solche Äusserlich-
keiten irgend eine Bedeutung hätten.
Ich habe einen schweren Traum. Es ist gleich

gültig ob ein Stein oder ein Bär auf mir liegt] Warum ich so schwer trage, bleibt eine dieselbe Frage.

Wie das Bedürfniss der Religion oder des Aberglaubens (ich sehe keine Grenze zwischen beiden) entsteht, möchte ich gern wissen. Mit der Erklärung, daß Schwärmer die R. erfunden und Dummköpfe sie angenommen haben – die zwar ausgesprochen gewiss eine grosse [illegible] Bedeutung hat – kann ich mich nicht zufrieden geben. Auch wenn alles Irrthum wäre, muss ein so grosser verbreiteter Irrthum einen kräftigen Grund haben, den ich wissen möchte.

sehr wahr!

Willst Du das Verhalten der Magnetnadel gegen den Strom kennen, so denke Dir einen Schwimmer in den Strom, zur Linken desselben weicht der Nordpol aus. Willst Du die Handlungen Deiner Mitmenschen verstehen, so denke Dir Empfindungen in dieselben, wie Deine eigenen. Die letztere Bemerkung wäre gewiss die grösste wissenschaftliche Entdeckung, wenn sie nicht so früh und unbewusst von Jedermann gemacht würde. Sie wird, da nach den gewöhnlichen

Umständen Menschen und Thiere vorzugswei-
se als bewegend und wirkend vorkommen
auf ich diese und dann auf alles Bewegen-
de und Wirkende übertragen. Wir halten
die Natur für empfindend und belebt
Anthropomorphismus und Animismus.
Gleichartigkeit mit uns selbst. Zusammen-
gehörigkeit. Möchte die Hauptquelle
aller Religion und alles Aberglau-
bens sein.

Natur. Ein[illegible] gegen[illegible]

Ich zweifle nicht, dass auch die Thiere, Furcht
vor Fremdem, Abergläubisches und Gespenster-
furcht haben. Im Grunde eine religiöse
Anschauung. Habe das deutlich an einem
jungen Sperling beobachtet, der aus dem
Nest noch federlos fiel und den ich auf-
gezogen habe. Das Thier im Wald, das
jeden Augenblick gefressen werden kann,
hat auch alle Grund zu Gespenster-
furcht. Sie ist ein natürlicher zweck-
mässiger angeborener Instinkt. Auch
bei Kindern finden wir ihn als Über-
lebsel, wo er nicht zweckmässig ist, auch
wenn in der Erziehung jeder Anlass sorg-
fältig vermieden wird. Das Thier denkt

mit Grund und Recht annimmt. Wir haben diese Anmutung, die uns fest in den Gliedern steckt, vom Thier ererbt.

Es kann kaum etwas Zweckmässigeres für Thier und Mensch geben, als die Hoffnung eines Besseren und die Furcht eines Schlimmeren, welche mit dieser unvermeidlichen Anerkennung gegeben ist. Darin sehe ich die physiologische Funktion des Aberglaubens und der Religion, welche ursprünglich eine eben so zweckmässige Gedankengewohnheit war, wie der Geselligkeitstrieb, der Geschlechtstrieb u.s.w. die ja auch in höchst unzweckmässiger Weise ausarten und zu ähnlichen Ausschweifungen führen können, wie Aberglaube und Religion. So oft findet sich gar nicht die Grenze zwischen Religion, Geselligkeitstrieb und Geschlechtstrieb.

Wir müssen uns eben gefallen lassen, dass jenes Stück Bestialität, welches uns nicht ohne dass wir wissen warum und wie, selber unserer Art fortgepflanzt, welches uns aneinander bindet, dass dieses uns auch gelegentlich Entsetzen und Durch[illegible] bietet, dass es uns Verlegenheiten macht

und nur in Form von Krieg, Hexerei und Aberglauben [illegible]. Wir müssen dies leiden, so lange wir nicht alles Instinktive durch Bewusstes ersetzen und in das Gebiet der Intelligenz ziehen können. Es ist gerade so wie mit den physiologischen Bewegungen, die ursprünglich zweckmässig, gelegentlich gleichgültig oder sogar nachteilig werden können, gerade so wie mit jeder überkommenen Einrichtung, die gelegentlich die [illegible] Verwendung werden kann.

Der Grundgedanke des [illegible] beschränkt sich nicht nur darauf, sondern er ist auch im Menschlichen gültig und einer wissenschaftlichen Entwicklung fähig. Die Welt kann ohne Zweifel nicht nur physikalisch sondern auch physiologisch aufgefasst werden. Ich verspreche mir von dieser Seite viel grössere Aufklärungen, als wir von physikalischer bisher erhalten haben. Sie werden freilich nicht zu einem persönlichen Gotte führen, sondern werden [illegible], dass die künstlichen Grenzen der Rassen, die Grenzen zwischen Organischem und Unorganischem fallen.

Ich kann es ahnen, wohin die weitere Ausbildung der Wissenschaft führen wird. [illegible] die heutige Philosophie dar-ein, meine Weltanschauung als etwas Unfertiges aber Wachsendes zu erkennen. Ich würde mich darin weder durch etwas Positives noch durch etwas Negatives beschränken lassen. Andrerseits möchte ich aber den auch niemand aufzudrängen, der nicht philosophische Besinnung genug hat, den unfertigen [illegible] [illegible] Conceptionen [illegible] vielleicht irrigen [illegible] und erste [illegible]. Bei [illegible] geboten, wo man zu unterscheiden hat, bis gehe ich immer so weit als ich kann. Da ist nicht am Platze, wenn es sich um die [illegible] der Menschen handelt.

Ich möchte hiermit folgende kurze Sätze feststellen.

Die Aufklärung kann niemand aufgedrängt werden, der nicht ein Bedürfnis dafür hat.

Es scheint mir unbestreitbar zu sagen, dass die Religion keine Hilfe in der Not gewährt. Die [illegible] in [illegible] [illegible] das Gegenteil. Über.

[illegible]

Schmerz wird durch eine starke Idee compensirt. Kann man eine befriedigende Idee für nichts achten, wo es auf das Glück zu Menschen ankommt? (+)

Die Vernichtung der Erinnerung an die Religion würde nichts nützen. Denn die religiösen bildenden Umstände sind noch vorhanden. Die historische Einsicht und die historische Weiterentwicklung des gemeinen Standpunktes kann uns mehr allein vor Rückfällen schützen. Es gibt keine Cultur ohne historische Grundlage. Dies scheint mir ein Hauptirrthum J. J. Rousseau's.

Die allmählige Ersetzung der religiösen Vorstellungen und des religiösen Instinktes durch wissenschaftliche Einsicht ist nicht nur wünschenswerth und nothwendig, sondern findet thatsächlich statt. Verbreitung des sachrichtigen Denkens ist hiezu das beste Mittel.

Verbreiten wir nur den einen Grundsatz: Handle statt zu beten wo du eine klare Einsicht hast. Das Gebiet der Religion wird dann nach 100 Jahren schon sehr klein sein.

Abschaffung des Zwanges zum Religionsunterricht ist ein wichtiges und vielleicht erreichbares Ziel. Der Zwang ist ohnehin empörend.

Es ist im allgemeinen alles zu vermeiden, was einen energischen Widerstand der für die Religionserhaltung interessierten Kreise erzeugen könnte. Die Kirche gewinnen nicht mehr als man glaubt.

Eine „sanfte Expropriation“ der Priesterkaste durch Bildung von Vereinen, welche einen kirchlichen Separatismus unterstützen entgegen u.s.w. die aber der Kirche allmälig die Einkünfte entziehen, ~~[illegible]~~ wäre gewiss sehr gut.

Sie sehen also, dass ich bis auf den Punkt, dass ich mir meine Weltanschauung nicht einnehmen lasse, in allen wesentlichen einverstanden bin.

Ein Verdrängen der Religion in rascherem Maasse, als man sie durch Einsicht ersetzen kann, halte ich nicht für billig.

Ein widerstanderregendes voreiliges Befördern, des ohnehin im besten Gange befindlichen Processes, halte ich nicht für politisch.

(„Jakobinerei“!)

Indem ich noch hoffe mit Ihnen über diese Punkte gelegentlich sprechen zu können, verbleibe ich grüssend und Ihnen das Beste wünschend

Ihr aufrichtiger

Slateny 5t August 1878

E. Mach




fol. 1– 39

# Briefe

von

# E. Mach

Dürfen erst dann benützt werden, wenn sowohl Mach als ich gestorben ist.

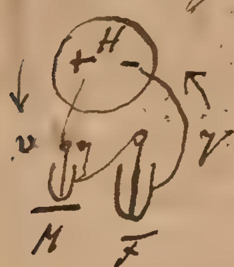
Josef Popper

Wien den 6. Febr 1911

V. F.!

Freue mich sehr, dass Sie sich wohl befinden.

Die Übereinstimmung muss wohl bestehen, da mein Fall ja auch „Kraftübertragung" ist. Die Begründung ist




in meinem Falle einfach. Wird F durch n Massflaschenentladungen mit der Menge q und d. Potential v zu V mit Q geladen, so ist der Nutzeffect (ohne Rücksicht auf die Maschine H) $\dfrac{\frac{1}{2}QV}{\frac{1}{2}QV + \frac{n}{2}qv}$. Die Massflaschenentladungen gehen unbenützt verloren. Es ist ferner $nq = Q$, also $y = \dfrac{V}{V+v}$. Die Influenzmaschine selbst ist aber auch nur eine Massflasche, denn demnach bleibt auch bei Anschaltung von M die Formel $y = \dfrac{V}{V+v}$. Alle herzlich grüssend Ihr

aufr. E. Mach

Prag

29

3

Geehrter Freund!

Ich schreibe sofort an Hans-
lick. Was ist mit Speidel?
Ist er Antisemit?

Dass <u>ich</u> mit meiner Mechanik
nicht zufrieden bin, wissen Sie.
Übrigens ist <u>jede</u> Befriedi-
gung eine provisorische in
diesen Dingen.

Auf Ihre Einwendungen im
<u>Einzelnen</u> bin ich sehr gespannt.
Gerade bei der Masse bin ich
überzeugt, dass ich das Richtige
getroffen habe, indem ich dieselbe
nicht als fundamentalen+ Begriff
gelten lasse. Wir passen unsere
Begriffe entweder Einzelerfahrungen

(+ Sie ist nicht wie die Länge ein Empfindungsbegriff
sondern ein Rechnungsbegriff)

3

Geehrter Freund!

Ich schreibe sofort an Hanslick. Was ist mit Speidel? Ist er Antisemit?

Dass ich mit meiner Mechanik nicht zufrieden bin, wissen Sie. Übrigens ist jede Befriedigung eine provisorische in diesen Dingen.

Auf Ihre Einwendungen im Einzelnen bin ich sehr gespannt. Gerade bei der Masse bin ich überzeugt, dass ich das Richtige getroffen habe, indem ich dieselbe nicht als fundamentalen Begriff gelten lasse.+ Wir passen unsere Begriffe entweder Einzelerfahrungen

(+ Sie ist nicht wie die Länge ein Empfindungsbegriff sondern ein Rechnungsbegriff)

34

an, oder bringen sie mit allgemei
nen Zügen der Erfahrung in Überein
stimmung. Archimedes beim Hebel
that das Erstere, Stevin, Huyghens
das Letztere, und auch die fragliche
Behandlung des Massenbegriffs
ist eine derartige Procedur, die un-
ter die letztere Kategorie fällt.
Was Anderes können wir gar nicht machen.
Davon, dass das Minimum von
Gedankenaufwand <u>schon</u> erreicht
wäre, ist lange noch nicht die
Rede. <u>Wie</u> aber dem augenblick-
lich näher zu kommen, sehe ich noch
nicht. Das <u>vielerlei</u>, woran Sie An
stoss nehmen, liegt grossentheils nur
daran, dass wir genöthigt sind <u>nach-
einander</u> auszusprechen, was wir auf
einmal vorstellen.

Aber wie gesagt, ich bin auf die
Einwendungen neugierig, und Ihnen

für dieselben dankbar.
Haben Sie sich angesehen: Streintz, physikalische Grundlagen d. Mechanik?
Freilich die Thatsachen (Empfindungen) sind für alle Menschen nahe gleich. Die selbstthätige intellectuelle Reaction auf dieselben ist aber individuell, und ein guter Theil derselben ist aesthetischer uncontrollirbarer Natur.

Das Rectorat genirt mich sehr. Ich kann gar nichts in Ruhe überlegen, und muss mich immer mit Vertheidigung von Lappalien befassen. Es zieht mich sehr, die Analyse d. Empfindungen fertig zu schreiben.

Ihnen das beste Wohlsein wünschend und herzlich grüssend

Ihr

ergebr.

Prag 30t Dec 1883

E. Mach

35

Geehrter Freund!

Ihren Vortrag habe ich nun das erstemal mit grossem Vergnügen gelesen. Ihren Standpunkt halte ich natürlich für einen durchaus berechtigten und aufklärenden, wenn auch nicht für den *einzig* berechtigten. Da ist eigentlich keine so tief gehende Meinungsdifferenz.

Besonders gelungen ist die Eingangs gestellte Frage, deren Beantwortung S. 286 ich vollkommen beipflichte. Ihre Frage S. 284 "ob also das Gesetz der Erhaltung der Materie u.s.w." halte ich durch meine Behandlung des Massebegriffes (Mechanik), so wie durch die daselbst (zum Schlusse) gegebene

Geehrter Freund!

Ihren Vortrag habe ich nun das erstemal mit grossem Vergnügen gelesen. Ihren Standpunkt halte ich natürlich für einen durchaus berechtigten und aufklärenden, wenn auch nicht für den <u>einzig</u> berechtigten. Das ist eigentlich keine so tief gehende Meinungsdifferenz.

Besonders gelungen ist die Eingangs gestellte Frage, deren Beantwortung S. 286 ich vollkommen beipflichte.

Ihre Frage S. 284 "ob also das Gesetz der Erhaltung der Materie u.s.w."
halte ich durch meine Behandlung des Massebegriffes (Mechanik), so wie durch die daselbst (zum Schlusse) gegebene

Fassung der Energieerhaltung
("dass <u>periodische</u> Änderungen keine Quelle
von <u>bleibenden</u> Änderungen sein können")
eigentlich gegeben. Die Materie- und
die Kraftfrage sind eben nicht zwei
verschiedene, sondern eine Frage; die
beiden Erhaltungsgesetze Theile
der Antwort.

Ausserdem enthält Ihre Arbeit eine
Menge anderer Punkte, die mich sehr
gefreut haben, die Anmerkung 2 auf
S. 357 (in meiner Mechanik bei Behandlung
des Torricelli'schen Ausflussth. ausge-
führt), S. 359 die Auffassung des
chemischen Zustandes als Niveau,
S. 371 die principielle Zustimmung
zu Exner's Ideen, S. 369 die Auffassung
des Stromes als Dampfcondensation
u. s. w. u. s. w.

Für die Anführung meiner Arbeiten
danke ich Ihnen herzlich. Aber auch

in anderer Richtung bin ich Ihnen noch dankbar. Es macht Muth, wenn man auf einem Weg nicht ganz allein marschirt, sondern noch einen Andern eine übereinstimmende Richtung einschlagen sieht.

Die Frage nach der "wunderbaren" Natur der Electricität pflege ich in Vorlesungen noch anders zu behandeln. Ich sage: Es gibt keine Electricität in dem Sinne als es Wärme, Licht u.s.w gibt. Wo ist die Electricität? Was wir so nennen ist ~~der~~ ein besonderer eigenthümlicher Zusammenhang von Wärme-Licht-Chemie"; welchen so zu nennen historisch hergebracht ist.
Wenn Volta nicht von Galvani ausgegangen wäre, sondern durch rein chemische Versuche die Kette gefunden hätte, was ganz wohl hätte geschehen können, so wäre unsere Auffassung eine ganz andere. Wir könnten sagen ein <u>chemischer</u> Strom lenkt die Magnetnadel ab, und

wüssten gar nichts von Elektricität
dabei.

"Elektricität" konnte es geben, so lange ein kleines Gebiet absonderlicher Thatsachen für sich allein stand.

Heute aber, wo diese Thatsachen in die Wärme so tief ~~[illegible]~~ eingreifen, wie in das Licht und die Chemie, sehe ich nicht <u>warum</u> man sie, oder einige davon Elektricität nennt.

Wenn ganz neue Thatsachen gefunden würden, würde man heute kaum für dieselben (auch nicht einmal hypothetisch) ein neues Agens statuiren, sie würden eben in der "Elektricität" Platz genug finden. Dadurch wird es aber klar, dass "Elektricität" kein <u>besonderes</u> Kapitel ist.

Was sagen Sie zu Kuriss' Verdienstkreuz. Man hätte doch mehr thun können.

Sie und die Ihrigen herzlich grüssen
Ihr

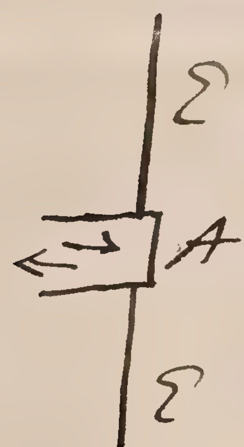
Prag 13 Jan 1884

aufr. Ihr
E Mach

Lieber Freund!

Ich habe einen solchen Stoss Correspondenz vorgefunden, dass ich Ihnen erst jetzt für Ihre Freundlichkeit danken kann. Grüssen Sie alle Freunde.

Die Frage, die wir im Gespräch berührten, möchte ich so darstellen:

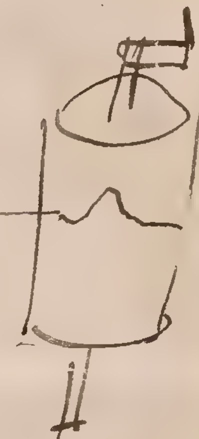



1. Würde ein Theil A einer sehr ausgedehnten Ebene ⇄ hin- und herbewegt, einerlei in welchem Tempo, ob periodisch oder unregelmässig, so müssten sich die Excursionen, Dichteänderungen u.s.w. mit der Schallgeschwindigkeit fortpflanzen.







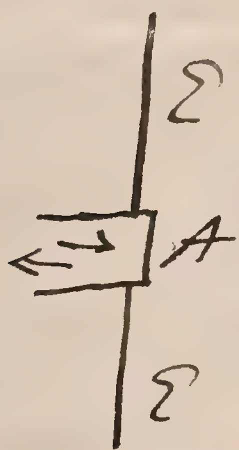


Man kann dies jeden Augenblick an einer langen Röhre sehen. Ein Fingerdruck auf die Trichtermembran M pflanzt sich mit derselben Geschwindigkeit auf den

Lieber Freund!

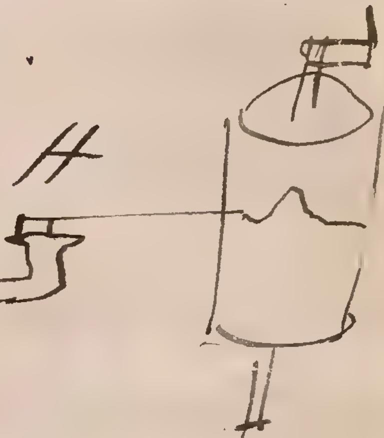
Ich habe einen solchen Stoss Correspondenz vorgefunden, dass ich Ihnen erst jetzt für Ihre Freundlichkeit danken kann. Grüssen Sie alle Freunde.

Die Frage, die wir im Gespräch berührten, möchte ich so darstellen:




1. Würde ein Theil A einer sehr ausgedehnten Ebene ⇄ hin- und herbewegt, einerlei in welchem Tempo, ob periodisch oder unregelmässig, so müssten sich die Excursionen, Dichtenänderungen u.s.w. mit der Schallgeschwindigkeit fortpflanzen.

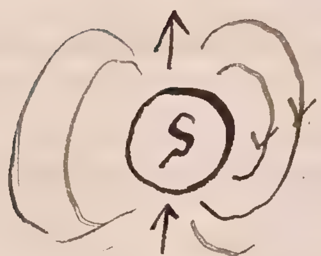


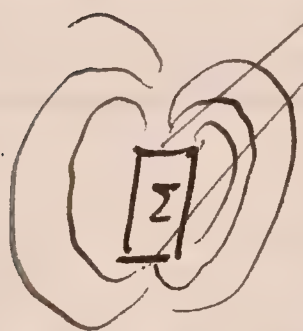

Man kann dies jeden Augenblick an einer langen Röhre sehen. Ein Fingerdruck auf die Trichtermembran M pflanzt sich mit derselben Geschwindigkeit auf den

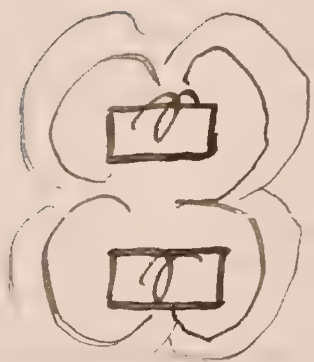
Schreibhebel fort, wie etwa ein Knall.

2. Schwingt eine Saite (Querschnitt S) oder ein Stab (Σ) oder eine Stimmgabel (γ), so entstehen an entgegengesetzten Seiten entgegengesetzte Zustände (Verdichtungen Verdünnungen). Ist die Schwingungsgeschwindigkeit gegen die Schallgeschwindigkeit verschwindend und die Querdimension (des Querschnittes) gegen die Wellenlänge verschwindend, so heben sich in Bezug auf jeden _ferneren_ Punkt (P) die Schallwellen auf, oder fast auf. Nur in Bezug auf die näheren Punkte ist dies nicht möglich. Dort entstehen periodische Strömungen.




P

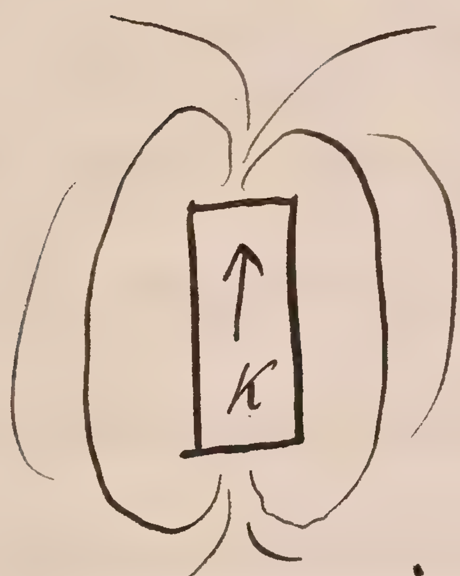


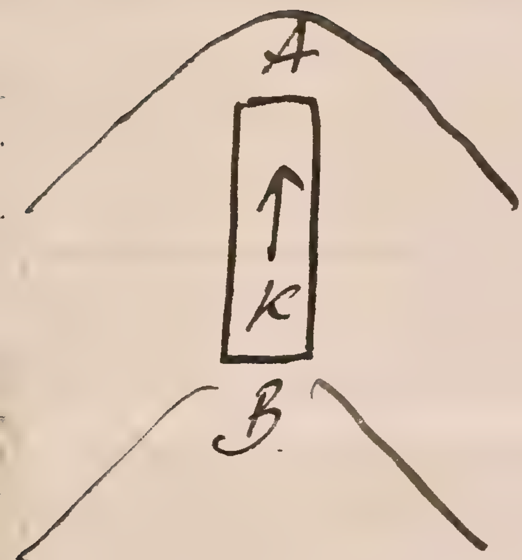
In der That hört man Saiten, Stäbe, Stimmgabeln _ohne Resonanzboden_ nicht in die Ferne. In der That schwin

gen diese Körper in Luft oder Wasser <u>so</u>, als ob ihre Masse um die periodisch mitbewegte vergrössert wäre.

3. Bewegen wir einen Körper K (aperiodisch) in der Luft, zunächst mit einer Geschwindigkeit, die viel kleiner als die Schallgeschwindigkeit, so bleibt alles wie in 2. Nur können wir die die Wellenlänge als <u>sehr</u> gross ansehen, so dass die Körperdimensionen <u>jedenfalls</u> gegen dieselbe verschwinden. Von einer schallförmigen Ausbreitung der Bewegung ist keine Rede.




4. Bewegen wir nun den Körper K mit grösserer Geschwindigkeit als die Schallgeschwindigkeit, so können die Verdichtungsimpulse von A durch die Verdünnungsimpulse von B nicht eingeholt werden. (Fall des Projectils)



Ich glaube, dass diese Darlegung die wesentlichsten Unklarheiten hebt. Im Einzelnen ist die quantitative Verfolgung allerdings recht schwierig.

Schreiben Sie bald.

Beiliegenden Brief erhielt ich von Lippert. Ich hatte anfangs Bedenken Ihnen denselben zu senden. Vielleicht ist es aber doch gut, wenn Sie ihn sehen. Sie sagen natürlich nichts davon.

Ich schrieb kurz, dass ich keine Zeit habe, mich in diese Discussionen einzulassen, wie es auch richtig ist.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 4 Juni 1888

aufr. Ihr

E Mach

75

Geehrter Freund!

Ich glaube der Kraftbegriff hat genützt und der Arbeitsbegriff hat genützt. Warum sich auf <u>einen</u> beschränken, oder warum sich vom <u>neuen</u> beherrschen lassen, wenn man den alten abgesetzt hat.

Wenn Massen ohne Geschwindigkeit sich gegenüberstehn, kann uns die Beziehung von Arbeit und lebendiger Kraft nichts nützen. Sie sagt nicht <u>was</u> geschieht. Sie sagt nur wenn die Verschiebung so gross, ist die Geschwindigkeitsänderung so gross. — Die Kraft sagt uns aber gleich <u>was</u> geschieht.

Marcus Marci und Mariotte wussten sich beide keinen Rath mit der Anfangsgeschwindigkeit eines freifallenden Körpers. Sie wussten nicht, wie soll der Körper anfangen sich zu bewegen, da er doch

Geehrter Freund!

Ich glaube der Kraftbegriff hat genützt und der Arbeitsbegriff hat genützt. Warum sich auf _einen_ beschränken, oder warum sich vom _neuen_ beherrschen lassen, wenn man den alten abgesetzt hat.

Wenn Massen ohne Geschwindigkeit sich gegenüberstehn, kann uns die Beziehung von Arbeit und lebendiger Kraft nichts nützen. Sie sagt nicht _was_ geschieht. Sie sagt nur wenn die Verschiebung so gross, ist die Geschwindigkeitsänderung so gross. — Die Kraft sagt uns aber gleich _was_ geschieht.

Marcus Marci und Mariotte wussten sich beide keinen Rath mit der Anfangsgeschwindigkeit eines freifallenden Körpers. Sie wussten nicht, wie soll der Körper anfangen sich zu bewegen, da er doch

keine Geschwindigkeit hat, und nahmen schliesslich beide eine endliche Anfangsgeschwindigkeit an. ~~Deshalb~~ Dadurch wurden ihre Untersuchungen verdorben. Das ist so ein Punkt, der den Werth des Kraftbegriffes fühlbar macht.

Soviel Wärme für soviel Arbeit. Aber wo liegt die Nöthigung zur Verwendung?

Ich glaube, dass wir nicht weit von einander sind, und uns leicht verständigen werden.

Leider habe ich jetzt noch gar keine Ruhe.

Ich brauche zwar nicht den ganzen Gehalt auf Briefmarken, aber wie Hajek behauptet jährlich 100 fl.

Das ist schon ein anständiges kleines Geschäft, das mir auch seinen

1

Lieber Freund!

Ich danke Ihnen für Ihren Brief.

Ich bin auch der Meinung, dass der Anfang der P.'s Arbeit sehr gut ist. Sie werden es ja ohnehin aus den Randbemerkungen gesehen haben. Den Schluss halte ich ebenfalls für schlecht. Über die Oeconomie habe ich meine Meinung schon gesagt.
Was die "Stabilität" betrifft, so kann ich Ihnen nicht ganz zustimmen. Es ist ja übertrieben und bei weitem nicht klar genug, was er sagt. Etwas ist aber daran.
Jeder organische Körper erhält sich äussern Einflüssen gegenüber in einem gewissen Zustand. Der Zustand

Lieber Freund!

Ich danke Ihnen für Ihren Brief.

Ich bin auch der Meinung, dass der Anfang der P.'s Arbeit sehr gut ist. Sie werden es ja ohnehin aus den Randbemerkungen gesehen haben. Den Schluss halte ich ebenfalls für schwächer. Über die Oeconomie habe ich meine Meinung schon gesagt.
Was die "Stabilität" betrifft, so kann ich Ihnen nicht ganz zustimmen. Es ist ja übertrieben und bei weitem nicht klar genug, was er sagt. Etwas ist aber daran.
Jeder organische Körper erhält sich äusseren Einflüssen gegenüber in einem gewissen Zustand. Der Zustand

variirt nach den Umständen. Der Spielraum ist aber nur ein geringer. Wir brauchen nur das chemische Verhalten eines lebenden Thieres zu vergleichen mit den ~~vor~~ chemischen Vorgängen, welche vom Momente des Todes an eintreten.

Ohne ein solches Streben nach Erhaltung eines gewissen Zustandes ist eine Darwin'sche Anpassung nicht denkbar, sondern nur Vernichtung des Unpassenden bei jeder Änderung der Umstände. Nur der Erhaltung werden die Anpassungsopfer gebracht.

Plasticität der Organischen Natur, wie ich früher gesagt habe, ist kein zureichender Ausdruck. Da wäre der Organismus ganz passiv. Er strebt allerdings nicht nach Stabilität, son-

dem nach einem bestimmten Zustand.
Die Stabilität ergibt sich nur, wenn
das Streben den Störungen gegenüber
stark genug ist zur Rückkehr. Es
fehlt noch sehr viel, aber etwas steckt
darin.

Im Vertrauen kann ich Ihnen sagen,
dass man im Ministerium geneigt ist,
mich mit den Prager fixen Bezügen
als activen Professor nach Wien zu
übernehmen.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 9 Nov 1894

aufr. Fr.

E Mach

8

Lieber Freund!

Ihr Brief ist so reichhaltig, dass ich ~~Ihnen~~ ihn heute noch nicht beantworten kann.

Gewiss kann man mit *einem* Princip allein gar nichts ausrichten. Aber man kann mit einem Princip oder Motiv eine Untersuchung *anfangen*, und sehen wie weit man damit kommt. Man kommt gewiss weiter. Dass Potentialdifferenzen nicht nur verschwinden sondern auch entstehen müssen, damit bin ich *ganz* einverstanden. Der letztere Punkt ist aber ungemein schwer zu verstehen. Kommen *alle* Potentialdifferenzen von aussen herein, z. B. auf die Erde von der Sonne? Oder entstehen sie nur aus anderen grösseren

Lieber Freund!

Ihr Brief ist so reichhaltig, dass ich ~~Ihn~~ ihn heute noch nicht beantworten kann.

Gewiss kann man mit *einem* Prinzip allein gar nichts ausrichten. Aber man kann mit einem Prinzip oder Motiv eine Untersuchung *anfangen*, und sehen wie weit man damit kommt. Man kommt gewiss weiter.

Dass Potentialdifferenzen nicht nur verschwinden sondern auch entstehen müssen, damit bin ich ganz einverstanden. Der letztere Punkt ist aber ungemein schwer zu verstehen. Kommen *alle* Potentialdifferenzen von aussen herein, z.B. auf die Erde von der Sonne? Oder entstehen sie nur aus anderen grösseren

auf der Erde schon vorhandenen? Der merkwürdigste Fall war mir immer die Abkühlung einer Flüssigkeit unter die Umgebung durch freiwillige Verdunstung.

Ich glaube nicht, dass der Organismus nach "Stabilität" (einem abstracten Begriff) strebt. Aber ein Thier will satt sein, Blut von bestimmter Temperatur haben u.s.w. Indem Störungen von aussen oder die mit dem Leben nothwendigen Änderungen rückgängig gemacht werden, ergibt sich ~~der Zustand~~ eine Art stabilen Gleichgewichts. So wie die gehobenen Steine immer abwärts rollen, so oft sie können.

Bedenken ~~man~~ wir wie wenig die Bluttemperatur, die chemische Zusammensetzung

des Säugethierkörpers bei allen Wandlungen sich geändert hat. Da scheint mir hier doch ein Gesichtspunkt für den <u>Anfang</u> einer Untersuchung zu liegen. Natürlich nicht für eine <u>Welt</u>betrachtung, etwa gar für eine erschöpfende.
Was die Thierwelt überhaupt will, oder gar was die Welt will, darauf ist freilich schwer zu antworten.

Ich muss Ihren Brief noch öfter lesen.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 13 Nov 1894

aufr. Ihr
E Mach

Ich danke Ihnen sehr für die Unterredung mit Dr Ofner.

9

1)

Lieber Freund!

Hoffentlich sind Sie bald wieder ganz wohl. Ich wünsche es herzlich. Wir waren bisher, kleine Unpäßlichkeiten abgerechnet, verschont, doch sind in unserm Hause mehrere Patienten, zum Theil schwere:
Meine Sache steht so. Ein Herr, den der Minister dem Vermittler genannt hat, hat mehrere Stellen meiner Schriften als gegen die Religion, den Unsterblichkeitsglauben u. s. w. gerichtete bezeichnet. Ich habe hierauf die Schriften zusammengebracht, die Stellen roth angestrichen, und das Ganze nach Wien geschickt, zu-

Lieber Freund!

Hoffentlich sind Sie bald wieder ganz wohl. Ich wünsche es herzlich. Wir waren bisher, kleine Unpässlichkeiten abgerechnet, verschont, doch sind in unserm Hause mehrere Patienten, zum Theil schwere:
Meine Sache steht so. Ein Herr, den der Minister dem Vermittler genannt hat, hat mehrere Stellen meiner Schriften als gegen die Religion, den Unsterblichkeitsglauben u. s. w. gerichtet bezeichnet. Ich habe hierauf die Schriften zusammengesucht, die Stellen roth angestrichen, und das Ganze nach Wien geschickt, zu-

gleich den Vermittler gebeten, dem Minister zu sagen, dass ich zwar in den Vorlesungen nicht agitire, sondern im Gegentheil sehr vorsichtig bin; sollte man aber von mir verlangen, dass ich in meinen Schriften den Standpunkt der "Epistolae obscurorum virorum" einnehme, so möge man die Sache sein lassen, denn diese Zumuthung müsste ich mir verbitten. Ich hielt hiemit die ganze Angelegenheit, was mich betrifft, für abgeschlossen. Zu meiner Verwunderung schrieb nach einigen Tagen der Vermittler, es sei alles gut, der Minister müsse nur noch den Statthalter von Böhmen fragen, weil dies so Sitte sei. Seither sind 3 Wochen

Ein „chemisches Potential" als lineares Continuum passt mir aus diesem Grunde nicht.
Die Aequivalentgewichte würden das umgekehrte Niveautheilungsverhältniss zwischen den Bestandtheilen herstellen.
Gibt es ein lineares Potentialcontinuum, so ist es sehr zu verwundern, dass man z. B. aus zwei in der Berzelius'schen Reihe weit abstehenden Elementen nicht die zwischenliegenden Elemente darstellen kann.
Warum sollte aber das chemische Niveau nicht eine mehrfache Mannigfaltigkeit sein; dann besteht die obige Erwartung nicht.
Der Umstand, dass bei continuirlichem Wachsen einer Eigenschaft, andere sich periodisch ändern (Mendelejeff), dass

57

bei chemischen Processen, die *ganzen* *Eigenschaftscomplexe* (im Gegensatz zur Physik) wechseln, und zwar verschiedene wieder in verschiedenem Sinne, scheint mir dafür zu sprechen.
Überhaupt kommt mir vor, dass ein chemischer Process etwas ungleich tiefergehender ist, als ein physikalischer, und ich kann mir denken, wie viel grössere Aufklärungen im Vergleich zu den physikalischen wir von der Chemie noch zu erwarten haben.

Schwierigkeiten macht mir der Umstand, dass man aus den Verbindungen die Elemente wieder bekommen muss. Das gibt eben der Atomtheorie, so ordinär sie eigentlich ist, ihren Werth.

Herzlich grüssend

Ihr ergebener
E. Mach

Prag 14/III 95

32

verflossen, ohne dass ich weitere Nachricht habe. Er kann wohl kaum thun, was er will: Sagen Sie vorläufig nichts davon. Ich will mir das Ding doch bis zu Ende ansehn.

Auf Ihre Fragen über Lodge und Budde weiss ich nichts zu antworten. Ich habe gearbeitet und weiss nichts von der Welt.

Im Augenblick will ich mir klar machen, worin der wesentliche Unterschied zwischen einer physikalischen und chemischen Erscheinung besteht.[2]

Die Massenverschiebung in discreten Verhältnissen, welche der Physik in ihren continuirlichen Ausgleichsfällen so

fremd ist, verstehe ich ganz gut, wenn ich annehme, dass die chemischen Niveauwerthe kein Continuum bilden, sondern sich wie die Sprossen einer Leiter verhalten. Den Gedanken haben Sie ja ausgesprochen. "Ich werde ihn benützen, aber Sie nicht nennen."

Nach der Richmann'schen Wärmemischungs-regel würden <u>zwei</u> Massen <u>$m$</u> und <u>$2m$</u> ~~sich zur~~ von den Temperaturen $u$ und $u'$ sich zur Temperatur $\frac{u+2u'}{3}$ ausgleichen, wenn nur <u>dieses</u> Niveau zwischen $u$ und $u'$ möglich wäre. Dann würde für <u>ein</u> Massentheilchen $u$, welches von $u$ auf $\frac{u+2u'}{3}$ <u>springt</u>, ein Theilchen zu von $u'$ auf $\frac{u+2u'}{3}$ <u>springen</u>. Was in dem Verhältniss $m : 2m$ nicht aufgeht müsste <u>übrig bleiben</u> (unausgeglichen).

10

# Denkaufgaben

1. Eine verschlossene Kochflasche samt einer am Boden derselben sitzenden Fliege ist auf der Wage aequilibriert. Die Fliege erhebt sich und erhält sich in der Mitte der Kochflasche schwebend. Wie verhält sich hiebei die Wage?
2. Könnte an dem Verhalten der Wage eine Änderung eintreten, wenn die Kochflasche offen wäre?
3. Die Fliege wird durch ein Stückchen Eisen ersetzt, und die Flasche sei von einer cylindrischen Drahtspule mit vertikaler Axe umgeben, welche die Beweglichkeit der Wage und Flasche nicht hindert. Bei Durchleitung

8

# Denkaufgaben

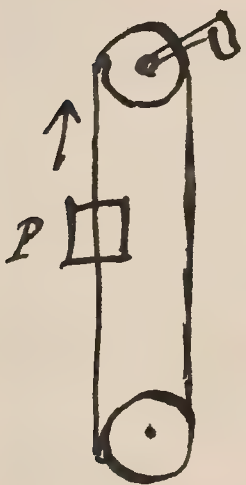
1. Eine verschlossene Kochflasche samt einer am Boden derselben sitzenden Fliege ist auf der Wage equilibrirt. Die Fliege erhebt sich und erhält sich in der Mitte der Kochflasche schwebend. Wie verhält sich hiebei die Wage?
2. Könnte an dem Verhalten der Wage eine Änderung eintreten, wenn die Kochflasche offen wäre?
3. Die Fliege werde durch ein Stückchen Eisen ersetzt, und die Flasche sei von einer cylindrischen Drahtspule mit vertikaler Axe umgeben, welche die Beweglichkeit der Wage und Flasche nicht hindert. Bei Durchleitung

eines galvanischen Stromes durch die Spule erhebt sich das Eisen, und bleibt etwas unter der Mitte der Spule schweben. Wie verhält sich nun die Wage? Worin besteht der Unterschied der Fälle 1. und 3.? Wie wird 3 in 1 verwandelt?

4. R Mayer ~~sagt~~ (Mechanik d. Wärme 1867 § 122 u. f. f.) sagt: "Die Anstrengung darf nicht verwechselt werden mit der Leistung. Zu einer Leistung ist durchaus ~~nothwendig~~ erforderlich, daß die eigene oder eine fremde Last wirklich in die Höhe gehoben oder fortbewegt werde .... Um ein Gewicht frei schwebend zu erhalten, dazu ist weder der Muskelorganismus noch die Dampfmaschine das passende Instrument; die besten Dienste leistet hier ein hänfener Strick u. [illegible]."

Mayer hat gemacht die getroffene

Frage durch einen Witz zu umgehen. Es gibt Fälle, in welchen die ~~Frage~~ Naturumstände ~~nach~~ das Arbeitsaufwand, mit welchem ein Gewicht schwebend erhalten wird, ~~gar nicht zu umgehen~~ unvermeidlich ist.




Man denke sich ein Gewicht P an einem gleichmässig mit der Geschwindigkeit v vertikal aufwärts bewegten Drahtseil. Der Reibungswiderstand sei proportional der Relativgeschwindigkeit zwischen P und dem Seil, und die Bewegung erfolge so, dass P an Ort und Stelle bleibt, dass also $P = kv$. In welcher Weise hängt hier die Arbeit ~~p~~ in der Zeiteinheit von k, v ab? Was wird aus dieser Arbeit?

Ein analoger Fall ist der eines schwebenden Vogels oder einer durch einen abwärts eingeleiteten gleichmässigen Luftstrom schwebenden Luftschraube.

Mit welcher Arbeit wird ein Eisenkern in einer durchströmten Spule schwebend erhalten? Wovon hängt der Wert dieser Arbeit ab?

Man denke sich einen Vogel vom Gewicht P durch die Zeit τ fallend und hierauf mit der Kraft 2P durch dieselbe Zeit τ wieder steigend. Wie hängt die mittlere Arbeit in der Zeiteinheit von dem Intervall τ ab?

lieber freund

war einige tage unpässlich und auch etwas stark in anspruch genommen.von ihrer ~~rei~~ reise nach abbazia hat mir pauli mittheilung gemacht.ihre bemerkung über den traum kann ich nur theilweise bestätigen.alle kritik fehlt nicht im traum,sie ist nur viel schwächer.man merkt die verstärkung der associationen beim erwachen,und ist deshalb nie im zweifel,dass man schon erwacht ist.der umgekehrte process ist natürlich nicht merklich.ich freue mich sie bald wieder zu sehen.mit herzlichen grüssen ihr a f

wien 11/4 1900

E Mach

lieber freund

ich danke ihnen dafür, dass sie die analyse so eingehend gelesen haben, ebenso für ihren ausführlichen brief, den ich genau durchgehe und überlege, weshalb ich auch heute noch nicht antworte. neues ist in der zweiten auflage sehr wenig. eigentlich sind neu nur die capitel 2 3 5 8 10, und auch diese enthalten nur ausführlichere darstellungen kurzer andeutungen der ersten auflage, die sich der kritik gegenüber als nothwendig erwiesen haben. auf opposition gegen die kritik sind auch manche von ihnen beanstandete ausdrücke zurückzufuhren, welche das physische stärker betonen als sonst billig und bei meinem standpunkte nöthig wäre, ~~betonen~~. denn ich glaube, dass unsere differenz nirgends gross ist. die stärkste betrifft wol das ich.

mit ihrer bemerkung über geometrische und physiologisch ähnlichkeit haben sie den punkt getroffen, von dem für mich, beeinflusst von dem philosophischen jugenderlebniss, die ganze untersuchung begonnen hat. es war 1861. es ist mir kein vorgänger bekannt.

die polemik gegen petzoldt ist nur für ihn verständlich. er ist ein sehr anständiger aufrichtiger gegner, polemisirt in einer weise, die für beide theile belehrend ist, und hat auch das herz es zuzugeben, ~~dass~~ wenn er unrecht gehabt hat.

hoffentlich werden sie bald schönes wetter haben und recht erfrischt nach wien zurückkehren. es ist sehr gescheidt, dass sie sich das leben etwas bequemer eingerichtet haben. sie haben sich ordentlich verjüngt seit sie nicht mehr so angestrengt sind.

wir erwarten jezt unsern sohn victor, gedenken in wien zu bleiben, und oft kleine ausflüge zu machen. mit herzlichen grüssen ihr a fr E Mach

wien 26/6 1900

lieber freund

ihre karte so wie die zusendung aus der allgem zeitung habe ich erhalten. die sachen uber darwin und die beobachtungen von bethe waren mir grösstentheils schon bekannt. wenn es richtig ist, dass der weg der ameisen polarisirt ist, so kann ich dies gerade mit einem geruchsmerkmal am allerwenigsten zusammenreimen. es scheint mir, dass man durch beobachtung der thiere noch ähnliches wie rontgenstrahlen finden könnte. die sache kann sich aber in sehr simpler weise aufklären, woran kein mensch jezt denkt.

die "philosophische windrose" habe ich nochmals gelesen. soweit gehende fragen wie sie dort gestellt sind, habe ich absichtlich vermieden. die wird man noch lange nicht beantworten können. den philosophischen standpunkt des gemeinen mannes mit all seinem prähistorischen aberglauben halte ich doch mehr für ein natur-als für ein kunstprodukt. es scheint mir dass jesus und plato mehr von dem gemeinen manne genommen haben, als dieser von ihnen. sie haben seine ansicht höchstens etwas gefärbt, und das ist ihnen nur so leicht gelungen, weil sie ihm doch schon von haus aus sehr nahe waren.

über die trauernde schonheit sprechen wir noch einmal.

leben sie recht wohl und erholen sie sich recht. mit herzlichen grüssen i a f

wien 6/7 1900

E Mach

14 22

lieber freund

ich danke ihnen sehr für die zusendung der nat rundschau.die artikel interessiren mich sehr.nach den auszügen sind beide partheien etwas leichtfertig. die frau in aussee braucht ihre menschenkenntniss nicht zu streichen.eine denkweise,die sich nicht an die schablone bindet, ist die bedingung einer analogen handlungsweise.beide gehören auch dem verbrecher an,ohne freilich für sich allein den verbrecher auszumachen.der reformator wird übrigens von jener classe,welcher er unbequem ist,gewöhnlich als ein verbrecher oder doch etwas nahe verwandtes angesehn.ich weiss nicht wo lichtenberg,ohne nähere erläuterung sagt: wenn es keine verbrecher mehr gäbe,würde es traurig um den fortschritt bestellt sein.oder so etwas ähnliches –

herzlich grüssend ihr e f

wien 13/2 1900

E Mach

15 23

lieber freund

ihre karte von ischl und die heutige von graz erhielt ich.

kürzlich las ich eine schrift gegen bethe.der autor stellt alles in abrede und erklärt bei den bienen alles durch gedächtniss.in beiden auffassungen scheint viel vorurtheil zu stecken.bethes experimente mit dem magnet haben gar keinen sinn...die lezten wochen habe ich mich mit wuth mit gauss-lobathevtky-riemann ect beschäftigt.in diesem gebiet scheint man sehr viel unsim producirt zu haben, und doch scheint das aufwühlen dieser sache sehr förderlich zu sein, sowie ehemals (euler) das sinnlose und doch fruchtbare herumrechnen mit imaginären.

kürzlich sah ich hier im garten einen schmetterling,der rasch nach einander seinen rüssel in 10--11 blumen versenkte.ich weiss nicht, warum mir dabei der lynkeus einfiel.leben sie wohl und kommen sie bald.herzlich grüssend i a f

wien 9/9 1900

Dr Ernst Mach

lieber freund

ich schrieb ihnen nach graz nicht mehr, weil ich einige tage etwas unwol war. auch vermuthete ich nach ihrer sonstigen gewohnheit, dass sie längst nicht mehr dort seien. es ist kein zweifel, dass wir im wachen ~~im~~ denken nicht freier sind als im traum. der ganze unterschied liegt wol daran, dass die umgebung während des traums sehr geringen einfluss hat. hätten die traume auf einander folgender nächte ebenso starken zusammenhang, ~~so~~ wie die gedanken aufeinanderfolgender tage, so wären uns die träume auch eben so viel werth, und wir ~~ha~~ hätten mehr respect vor denselben. ganz klare überlegungen im traum kommen gewiss auch vor, nur verhältnissmässig selten. die deutliche erinnerung an träume ist am allerseltensten.

solche eckelhafte dummheiten, wie jene des jesuiten, kenne ich. wenn man gewisse dinge als unbezweifelt wahr annimmt, so sind sie nothwendig. solcher partieller blödsinn findet sich auch bei faraday gewiss. bei newton ist er actenmässig nachgewiesen, und brewster bewundert diese leistung ebenso sehr, wie die naturwissenschaftlichen.

beers feuilleton haben sie wol gelesen. ich habe mich sehr darüber gefreut. sie wol auch? das setzt 1000 exemplare ab.

wien 8/10 1900 freue mich sie bald zu sehen. herzlich grüssend

i a f

E Mach

17 25

Lieber Freund !

Ich danke Ihnen für das Recept.Ich weiss nicht,ob der Franz,der Brantwein oder das Salz der wirksame Bestandtheil ist? Bei mir haben Sie weder einzeln noch in ihrer Vereinigung gewirkt.Erst seit einigen Tagen kann ich wieder einige Schritte ohne zu grosse Schmerzen gehn.

In Ihrem 2ten Bölsche Artikel haben mir die deutschen Augen Keplers Spass gemacht:Es ist unglaublich,wie verbreitet solche Dummheiten sind.Auch Stallo ist nicht frei davon.Die Frage:Ob liebenswürdige Genies arme Teufel sein müssen? möchte ich dahin beantworten,dass sie arme Teufel bleiben,weil sie liebenswürdig sind,weil ihnen die Herrschsucht fehlt,die neben anderem auch zum rücksichtslosen Erwerb ~~fehlt~~ führt.Für das liebenswürdigste Genie unter unsern Zeitgenossen halte ich Darwin.Bei dem fehlt der arme Teufel,aber das Uebrige stimmt.-Bei Goethe fiel mir Malus' Besprechung der Farbenlehre,die sehr possirlich zu lesen ist.Bei aller Anständigkeit und Höflichkeit weiss sich M über die Sonderbarkeit des deutschen Gelehrten gar nicht zu fassen.Vielleicht dachte er,dass nur französische Augen für optische Untersuchungen taugen.

Mit herzlichen Grüssen an Sie und die Freunde

Ihr aufr Fr

Wien 6/VIII 1903

Dr Ernst Mach

18 zu 4

L F ! ("Mitfarin")

ich habe Ihr Buch zu Ende gelesen.Es ist eine erhabene Gerechtigkeit darin.

Mit herzlichen Grüssen I a F E M

19. 4

Lieber Freund !

Ich danke Ihnen sehr für Zusendung der "Fundamente d Staaasrechts".Obwohl ich alles schon im Wesentlichen kannte,habe ich das Ganze mit grösstem Interesse gelesen,besonders das Kapitel V.

Herzlich grüssend Ihr aufr Freund E Mach.

Wien 8/III 05




Herrn Josef Popper

Ingenieur

Wien IX

Müllnergasse 3






Herrn J Popper

Ingenieur

Wien IX

Müllnergasse 3



70

Lieber Freund!

Vorgestern erhielt ich Ihr neues Buch,welches ich sofort ganz durchlas. Eindringlicher und packender kann man den Hauptgedanken nicht darstellen. Hering schrieb einmal den Satz:"Wem es gelang der Natur seine Spuren aufzuprägen,dessen gedenkt sie immer".Das passt auf seine Arbeit aber auch auf die Ihrige.Sie haben es schwerer,denn der Herdeninstinkt ist noch hartnäckiger und dauerhafter als gelehrte Vorurteile.

Gestern kam die Nachricht von Ihrer Odyssee.Einer meiner Söhne kam bei einer solchen Fahrt ganz unversehens nach Schwechat.Uebrigens war ich gerade diev letzten Tage recht unwol und freue mich Sie bei anderer Gelegenheit zu sehen.Mit herzlichem Glückwunsch Ihr alter treuer

Wien 14/XI'10

E Mach

21.

Lieber Freund!

Gestern erhielt ich von R Ihr neues schönes Bü "allgemeine Nährpflicht".Gelesen habe ich es natürlich noch nicht,aber gefreut habe ich mich über Ihre Hartnäckigkeit und über die Anerkennung für Mekler.Mit herzlichem Gruss und Dank Ihr ~~tm~~

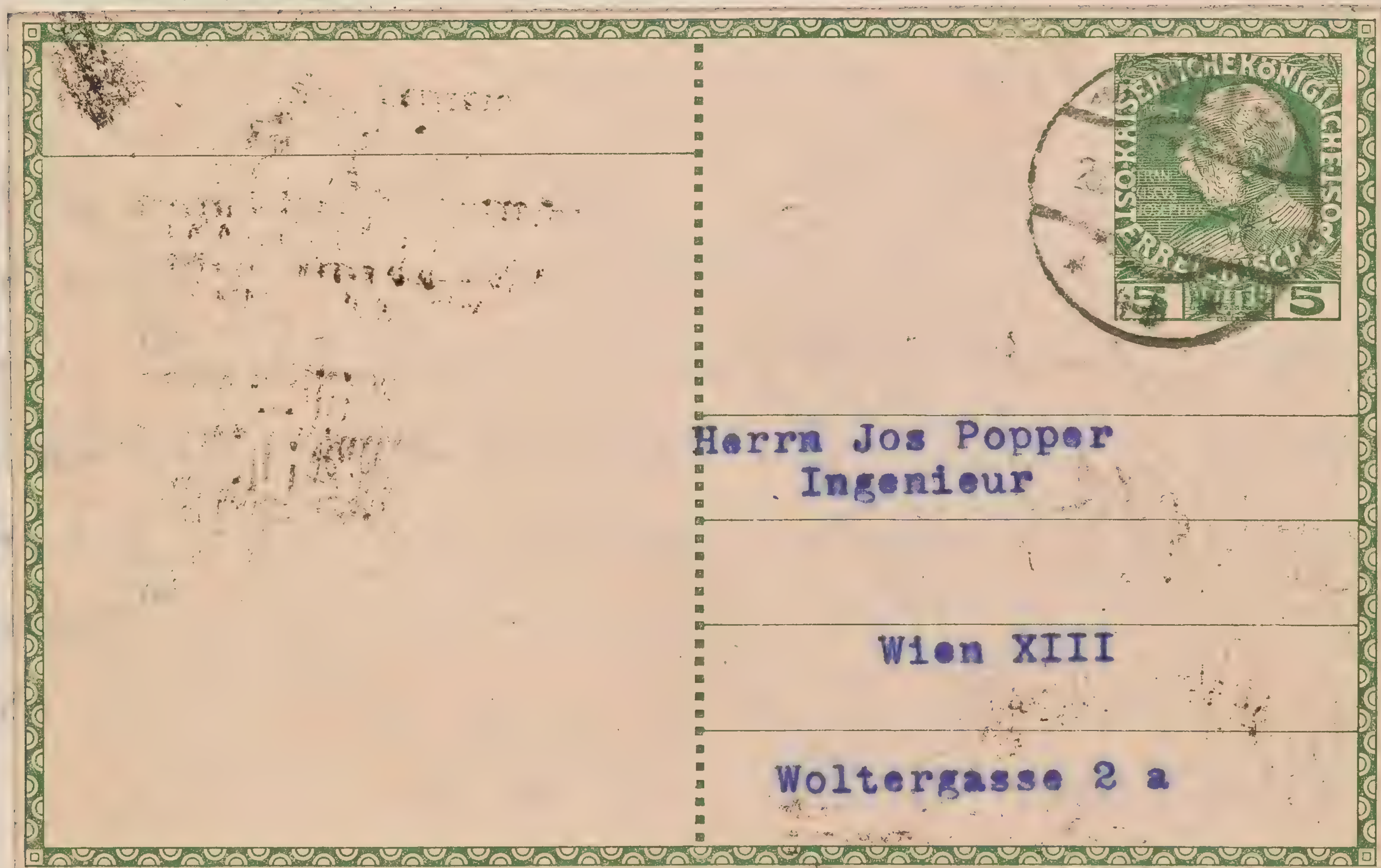
treuer Fr

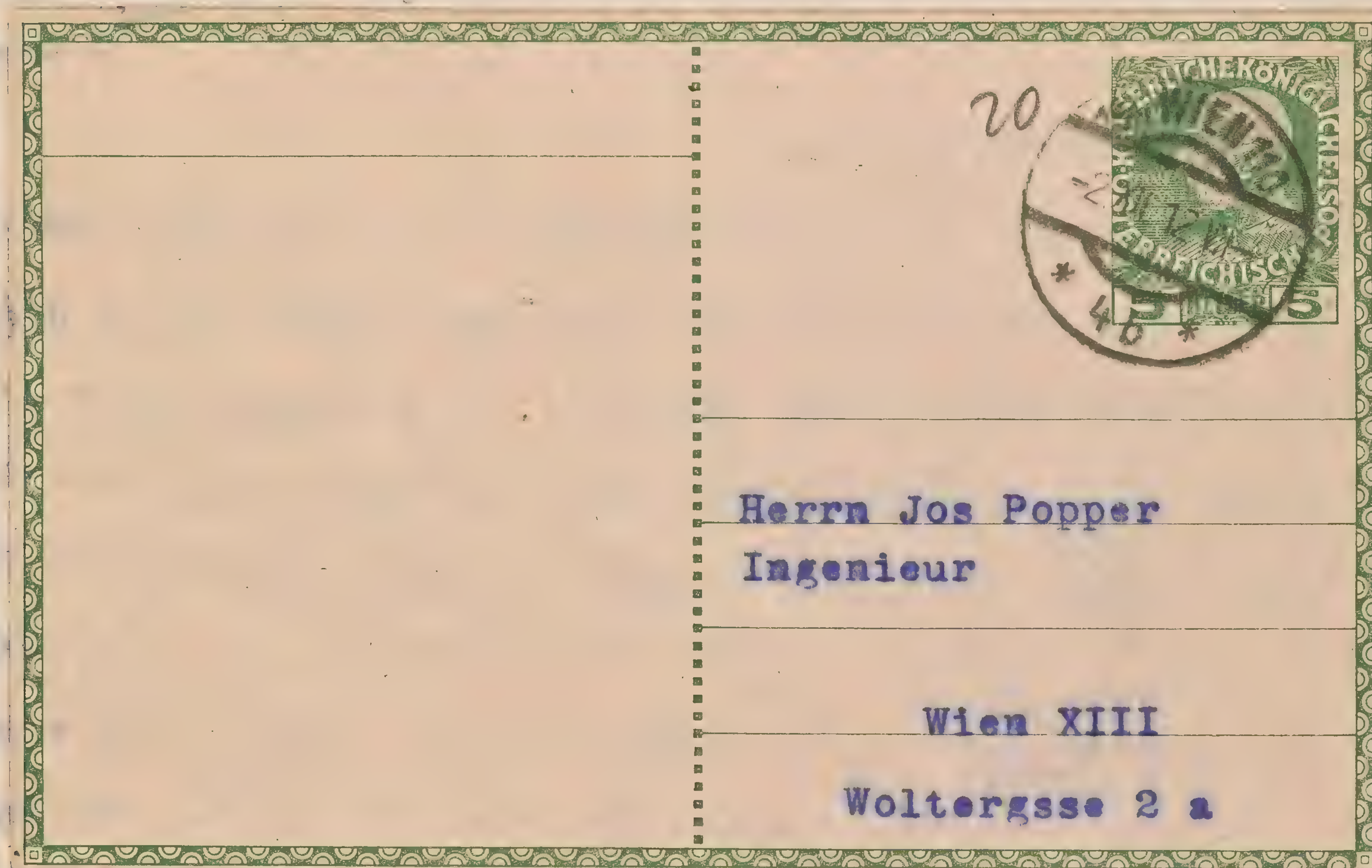
Wien 27/XI,1912 E Mach

22

L F!Da mir der Stoff fern liegt,komme ich jn der Lektüre Ihres Buches N nur langsam vorwärts.Ich erfahre aber viel Details,die mir unbekannt waren.Ueber die prächtigen Fortschritte in Australien werrden Sie sich auch freuen und daran die besten Hoffnungen für die Zukunft Ihres Programms knüpfen.Prosit!! Ihr treuer

Wien,1/XII,1912. Freund E Mach


Herrn Jos Popper
Ingenieur
Wien XIII
Woltergasse 2 a


20
WIEN 1
Herrn Jos Popper
Ingenieur
Wien XIII
Woltergsse 2 a

Lieber Freund !

ich habe lange nicht geschrieben,weil ich nichts Besonderes zu schreiben hatte. Von Jerusalem habe ich gehört,dass Sie mit Ihrer Gesundheit nicht besonders zufrieden sind.Das ist auch bei mir der Fall.Es geht nämlich mit meiner Beweglihkeit,wenn überhaupt,sehr langsam vorwärts;so langsam,dass man kaum etwas davon merkt.Sie klagen,dass Sie herumlaufen müssen,um usw.Ich wäre froh,wenn ich herum laufen könnte.Bei mir hängt nämlich das ganze Befinden vom Herumlaufen ab. So hat also jeder seine Beschwerden.Das Wetter war heuer so schlecht,dass man kaum einmal im Freien sein konnte.Doch genug davon.

Ich habe mich die letzten Wochen damit beschäftigt die Anfänge der Mechanik mit dem,was die orientalischen Despoten getrieben haben in Vergleich zu bringen.B Bei Wilkinson und Layard erfährt man von einigen wirklich genialen Erfindungen dieser Herrn.Die Sklaverei hat manches grosse Werk zu stande gebracht,was damals auf eine andere Weise nicht zu erreichen war;ich habe da wieder an Marco Polo und Chublai Chan denken müssen.

Von Besuchen waren bisher hier der junge Dr Walter Ostwald,ein Schwager Dr Ba Brauer und eine Schwester von ihm.Ferner kam eine Tochter von L M Hartmann,die in diesem Semester in München Medizin studirt mit ihrem Bräutigam zu Besuch. Privatdozent Dr Hugo Diengler von München der Verfasser erkenntniskritisch-mathematischer Schriften.Vorgestern endlich Dr Josef Petzoldt aus Spandau. Aus Ungarn Szekszard sandte mir ein Herr Ludwig Leopold ein englisches Buch "Prestige",eine interessante soziologisdhe Studie.Derselbe muss ein reicher und sehr gebildeter,unabhängiger Mann sein;er bat,ich möchte das Buch in der "N F Presse" besprechen.Das bin ich leider nicht im stande.Dr L M Hartmann und ein Dr H Kelsen hat abgelehnt.Vielleicht wissen Sie einen Soziologen.Es wäre schön, wenn etwa Jerusalem oder R Goldscheid das gute Buch besprechen wollte. Mein Exemplar hat die Presse,ein zweites das Wiener Tagblatt.Können Sie etwas

dazu tun? Es wäre mir eine Freude dem Mann eine Gefälligkeit zu erweisen.
Leben Sie wol und gute Besserung! Herzliche Grüsse von Ihrem alten treuen

Haar bei München 11/VIII,13.

E Mach

4/24 1

Lieber Freund!

ich habe mehrer Berichte 2ter Hand über Ihr Besserbefinden.Da man dabei einen Reduktionscoeffizienten anwenden muss,so ist es mir doch lieb ,dies auch von Ihnen zu hören.

Sehr gern beteilige ich mich bei Jerusalem mit einem kleinem Artikel;nur weis s ich noch nicht,wann man die Sache an Goldscheid einsendensoll und das zu wissen wäre mir lieb.Man denkt dann oft gelegentlich daran und dadurch macht sich dje Sache allmälig.

Gesten war Richard Semon bei mir.Er sagte mir,dass er mit seinen Schriften über Mneme und Verwandtes bei Biologen wenig Glück habe.Da nun die Sachen wirklich sehr besonnen sind,so drängt es einen wirklich an die Macht des Vorurteils zu glauben.Unlängst sagte ihm Einer gradezu mit Stolz:"Ich bin kein Psychlog" Stolz auf die Unwissenheit,die mich an den auf die Brust klopfenden Gorilla und Ihren Antisemiten im Caffeehaus erinnert.

Schreiben Sie wo möglich auch mitunter einige heitere Zeilen.

Ihnen das beste Wolsein wünschend Ihr alter treuer

Post Haar bei Münchhen 18/X,13. E Mach

5/25 6

Lieber Freund!

HAAR b. MÜNCHEN

Ihr vier Seiten langer Brief war mir eine Erlösung und eine Beruhigung ,indem er unter vielem Lamento eine Stelle enthält ,die von wesentlicher Besserung spricht.Auch mir geht es besser,wenn auch noch nicht zur Zufriedenheit.Ich hoffe diesmal doch noch gessund zu werden.

Bis dahin leben Sie einstweilen wohl ! Ihr treuer Freund Ernst Mach

Haar b München 21/IX,1914

5

HAAR b. MÜNCHEN

Lieber Freund!

Von Pauli habr ich eine sehr erfreuliche Nachricht über Ihr Befinden erhalten; auch mir geht es seit einigen Tagen besser;wir konnten die Morgenausspülung auf eine spätere Stunde verlegen,dader Drang milder ist.
Ich schlafe den grööten Teil der Nacht gut und ruhig,falls nicht eine Dummheit gemacht wird ,die mich stört oder früh zeitig erweckt.Also es geht mir besser um nicht zu sagen gut .
Herzlichste Grüsse von Haus zu Haus und für Jerusalem,der in München einen Vortrag halten will,bei welcher Gelegenheit ich ihn zu sehen hoffe

Ihr ausfrichtiger u treuer Fr

Haar ,5/X,1914

Ernst Mach

Brief von Petzoldt liegt bei.

HAAR b. MÜNCHEN

Lieber,hochgeehrter Freund!

Ihr endlich erfolgter,ausführlicher Brief,mit der Anzeige Ihres Besserbefindens hat mich sehr beruhigt.Auch mir geht es besser,nicht viel,aber dovch merklich. Nicht rasch,aber dioch langsam.und allmälig.--Ueber die Einnahme von Flüssigkeit habe ich Erfahrungen der unangenehmsten Art gemacht.So erst vor einigen Tagen. Es war Abenausspülung;der gewöhnlich angewandte Katheter wollte durchaus nicht fliessen.Was war zu machen?Mein Sohn gab mir eine Minimalinjektion von Cocaik, und spritzte aus Vorsicht sofort Wasser nach.Dennoch verspürte ich die ganze N Nacht fortwährend Drang;musste mich die ganze folgende Nacht mit Pissen besch schäftigen,das Gefäss fünfmal entleren lassen.Ich war natürlich am Morgen sehr müde und schläfrig.Am Morgen wiederholte sich die Erscheinunug am gewöhlich gebrauchten Katheter;der Harn drang neben dem Kateter heraus;woraus meine Frau den Schlusszog,dass das Kaliber zu eng sei;die Anwendung eines älteren noch vorhandenen Katheters führte aber sofort zur Entleerung des Harns.Ich bin nur froh,dass die Versäumnis der Abenausspülung keine üblen Folgen gehabt und durch die sehr schlaflose Nacht erledigt war--.

Ihre Bemerkung,dass der Inteellekt der Tiere teils als ein niederer,teils als ein höherer dem menschlichen gegenüber betrachtet werden muss,ist ganz richtig und wird in meiner Schrift"Erkenntnis u Irttum"in dem Kapitel Wucherung des Vorstellungslebens,erledigt und dadurch richtig gestellt.Die Tiere entbehren eben die Phantasie ,wenigstens zum grossen Teil;sie unterliegen eben auch nicht den den Nachteilen deren"Wucherung".Das ist aber auch Alles.

Ich habe durch die letzte Korrespondenz mit Petzoldt sehr sehr viel gewonnen; es haben da wieder beide korrespondirende Teile gewonnen,nicht wie bei unfruchtbarer Polemik,wo jeder der Streitenden einfach bei seiner Meinung bleibt.

An die Korrespondenz mit Ihnen über einfache Fälle der Hydrodynamik,erinnere ich mich wol dunkel,doch ist mir während der Pause von einigen Jahren,der Faden der Diskussion abhanden gekommen.

Mit den besten Glückwünschen zu Ihrer Besserung Ihr treuergebener

Haar am 18/X,1914. Ernst Mach

Ich vergass oben zu sagen,dass man abergläubische Tire beobachten kann.

28. 2

HAAR b. MÜNCHEN

Lieber,hochgeehrter Freund!

Das Gebiet der menschlichen Dummheit ist allerdinga unendlich gross,beinahe unerschöpflich,~~aber es kanndoch.~~

Zuerst das Problem der Erbsünde.Man staunt über die Dummheit!!

Ein Trieb,der von der Geburt an in den Menschen gelegt ist,angeblich von dem Schöpfer selbst,soll eine Sünde sein.Dass selbst ein Geist,wie Schopenhauer aufsitzen konnte? was hat er sich unnötig den Kopf zerbrochen!!

warum ist in der Tierwelt keine Sünde ? Oder in der Pflanzenwelt??

Und die Notwendigkeit der Erlösung,welcher Schoppenhauer ebenfalls aufgesessen ist,um seinen Pessimismus zu retten! um für die Erbsünde eine Erklärung zu finden,eine Frage nötig,damit eine andere nicht unnötig werde------------------

Es ist zu dumm!

Wie schön ist doch die naive Auffassung der nakten Hexe in Faust:Der Aepfelchen begehrt ihr sehr,und schon vom Paradiese her,Wie fühl ich mich von Freud bewegt, dass auch mein Garten solche trägt.

Das sah ich auch einmal in Wien,als ich zeilich früh ausgieng:Ein hübscher strammer Besen gieng vom Markt heim,ein eben solcher Arbeiter begegnete ihr,machte ihr nach Busch /Antonius/ "dominus vobiscum" über den Busen,während sie mit einem vergnügten ,dankbaren Lächeln diese Huldigung entgegen nahm.

Die Erlösung! ja wir brauchen eine,aberv alle 50 Jahre eine andere und auf einem an derem Gebiet!! die Windmühle,die Dampfmaschiene,usw usw,kurz die Taten und die Ereignisse der Kulturgeschichte,und der Kulturtechnik eingeschlossen.

Ihre Einwendungen haben also eine bedingte Giltigkeit.

Haar b München17/XI,1914. Sie und die Ihrigen herzlichst grüssend Ihr getreuer

Ernst Mach

Dr Ernst Mach

(9)

HAAR b. MÜNCHEN

Der Ursprung der Erlödungslehre ist Alexandrien;es ist ein Gefilz von Griechischem und Rabbinischem Scharfsinn oder vielmehr Tüftelei.Ich las eine einzige Abhanlung über die"Logoslehere ",weil mir von Christiania aufgetragen wurde ein vergleichendes Referat über 2 Professurcandidaten auszuarbeiten,der eine Candidat war reich der andere arm aber ein mittelbarer Schüler von Hering und dessen hervorragendem Assistenten Tschermak in physiologischer Psychologie.Der erste brachte eine Abhandlung über die Logoslehre der zweite eine Arbeit über experimentelle Psychologie.Mein Guachten fiel für den zweiten Candidaten:Anathon Aall günstig aus ;er erhielt die Stelle;ich erhielt weil man mit meinem Gutachten zu frieden war ,nächst dem Dank der Fakultät,ein Grosskreuz aus Stahlblech 1 ster Classe vom König Hackon von Norwegen.

Kürzlich las ich eine Geschichte von Anatilo France über einen verrückten Säullen heiligen,der am Nilauf einer Tempelsäule stand aus Busse für eine Schauspielerin,die er zur Nonne bekehrt hatte;es tat ihm aber nachher fürchterlicbh leid, dass er sie,nämlich die Nonne-Schauspielerin nicht zweckmässiger benütz hatte . Er war,noch als er auf der Säule stand noch Abt eines Klosters am Nil mit sehr vielen frommen Mönchen-Eleven.

Haar den 25/XI Herzlichst grüssend Ihr treuer zuweilen sehr missmutiger

Ernst Mach

Dr Ernst Mach

HAAR b. MÜNCHEN

Sehr geehrter Freund !

Mit Ihrer Selbstbiographie haben Sie mir eine grosse Freude gemacht.Meine Frau nennt Sie einen idealistischen Technologen,meine Schwester den vorurteilslosesten Menschen der Welt.Meine Frau findet aber die Beschränkung der persönlichen Freiheit zu gross,indem Sie die beste Zeit des Lebens der Nährpflicht widmen wollen---sie gibt dem orientalischen System,wonach jedem arm oder reich ein Zehntel seines Einkommens den Mittellosen zu widmen hat und im Uebrigen frei über seine Zeit verfügt den Vorzug.Wir hatten noch eine Discussion; jemand erzählte,Sie hätten es geduldet,dass das von einer Ihrer Wirtschafterinnen an einer Stelle aufgepflanzte grosse K. verbleibe und meine Schwester erzählte: Als Perikles einmal krank war hängten ihm seine Leute ein Amulet um den Hals,welches ein Freund beseitigte. Hierauf Perikles:"Ich hätte Dich noch für viel aufgeklärter gehalten wenn Du es gelassen hättest."

Ich meine Ihr System ist gut -die Zeit brauchte aber nicht so lang bemessen zu sein-ich hätte sonst gar nichts dagegen einzuwenden!Es wurden mir durch Ihre Blätter alte vergangene Zeiten nahegerückt Ihr Wort aber:"Ich bin zufrieden" macht den alten erhebenden Eindruck auf mich,und dafür danke ich Ihnen.

Die Beschwerden,von denen Sie sprechen,nämlich Blutungen hatte ich auch vor

einigen Tagen;nun haben sie sich wieder gegeben und bedenken Sie wie viel Leben skraft mehr bei Ihnen ist wie bei mir.Ich freue mich ,dassSie so schön arbeiten können .

12.Juli 1915.

Ihr alter treuer

31.

HAAR b. MÜNCHEN

Hochverehrter Freund!

Vielen Dank für die „Technischen Fortschritte“, die in wenigen Tagen zurückgehen - vor allem auch für Ihr schönes Geschenk, das mir ein liebes Angedenken sein soll, sofern ich noch lange oder länger leben werde. Auf mich haben Ihre Erinnerungen einen selten ungebrochenen Eindruck gemacht - vor allem der Umstand, dass Sie so freudig über die Ihnen zu Teil gewordenen materiellen Ausfälle des Lebens hinweggehen - wo Sie so oft der Ernte der anderen zusehen mussten nachdem Sie so weit weit voraus waren! Darüber hinwegzukommen, wenn man selbst mit der Not des Lebens zu ringen hat, ist recht selten! Allerdings haben Sie die Höhe reinster Abklärung längst erreicht - und sehen sich im Homerischen Sinne der Völker Treiben an - und das Wort „ich bin zufrieden“ ist ja ein Beweis dafür, dass Sie wissen und fühlen nicht umsonst gelebt zu haben - was ja eigentlich das Höchste auf dieser Erde zu Erreichende ist. Ich muss ein solches Leben glücklich

13

31

HAAR b. MÜNCHEN

Hochverehrter Freund!

Vielen Dank für die „Technischen Fortschritte", die in wenigen Tagen zurückgehen – vor allem auch für Ihr schönes Geschenk, das mir ein liebes Angedenken sein soll, soferne ich noch lange oder länger leben werde. Auf mich haben Ihre Erinnerungen einen selten ungebrochenen Eindruck gemacht – vor allem der Umstand, dass Sie so freudig über die Ihnen zu Teil gewordenen materiellen Ausfälle des Lebens hinweggehen – wo Sie so oft der Erste oder anderen zusehen mussten nachdem Sie so weit weit voraus waren! Darüber hinwegzukommen, wenn man selbst mit der Not des Lebens zu ringen hat, ist recht selten! Allerdings haben Sie die Höhe reinster Abklärung längst erreicht – und sehen sich im homerischen Sinne der Völker Treiben an – und das Wort „ich bin zufrieden" ist ja ein Beweis dafür, dass Sie wissen und fühlen nicht umsonst gelebt zu haben – was ja eigentlich das Höchste auf dieser Erde zu Erreichende ist. Ich muss ein solches Leben glücklich

13

preisen – und wenn ich zurückdenke, mich so vieler Züge Ihrer erinnere, auch so mancher Einzelheiten Ihrer mannigfachen Arbeiten, dann schliesst sich das Ganze zu einem harmonischen Bild zusammen dessen Lebenswärme wohltuend in dem heutigen Daseinskampfe ist.

Von hier habe ich nur Wenig zu sagen, es ist mit Allem eine schwere Quälerei – jeden Moment kommt Neues Unerwartetes hinzu und man muss immer froh sein wenn die Durchschnittssituation die Gleiche bleibt – aber es ist ein mehr denn trübes Leben! Meiner Mutter geht es auch genügend elend – man muss nur immer zusehen – kaum, dass man ein bischen erleichtern kann.

Darum war uns allen ihr Buch eine liebe erwünschte Gabe ein Blick in eine freundliche Vergangenheit; für alles dies dankt Ihnen

13. Juli 1915 Ihr treu ergebener

Mach

14

HAAR b. MÜNCHEN

Lieber Freund !

Ich komme erst heute dazu Ihnen für Ihre Karte vom October zu danken! Wenn/I[illegible] Ihnen nun die Brochüre nicht missfallen hat, sofreut es mich und ist mir auch eine gewisse Beruhigung, denn nach der Drucklegung ist mir die Heterogenität der Artikel höchst unangenehm aufgefallen. Bei dem enormen, zumeisst gar nicht zu beschaffenden Material konnte ich eben nur Beispiele geben, musste also lückenhaft bleiben.

Meine Gesundheit lässt nahezu Alles zu wünschen übrig und gleicherweise wird das Arbeitstempo ein sehr langsammes. Von Prof. Beer erhielt ich einen trefflichen Aufsatz im "Neuen Europa". Ich wess und bin überzeugt, dass Sie so glücklich sien w[illegible], die unwiderstehlich treibende Kraft Ihrer Ideen und das Lebendigwerden Ihres nun ausgereiften Lebenswerkes noch selbst zu schauen. Ihre Bücher kamen noch zur richtigen Zeit. Ich freue mich sehr darüber!

Mit Grüssen an Sie und Ihr Haus

Ihr treuer Freund

22. Nov 1915.

Dr Ernst Mach

[illegible]

Hochgeehrter Herr !

Die Feuilletons von Franceschini habe ich nun alle durchgelesen.Ich muss mich jezt dafür aussprechen,dass die gleichartigen zusammengelegt und im Ganzen die chronologische Ordnung aufgegeben werde.Es folgt sonst allzu-Ungleichartiges in zu bunter Mischung aufeinander,wodurch der Eindruck gestört wird.Ferner wird es gut sein,eine Auswahl zu treffen.Die "Hausapotheke" zB passt ja recht gut in ein Tagblatt,aber kaum in eine Sammlung,wie sie hier beabsichtigt wird.Einige wenige Stücke sind entschieden invita Minerva geschrieben.Er hatte keine Lust zu schreiben,der Beruf nöthigte ihn aber dazu.Es wird vortheilhaft sein,diese Stücke wegzulassen. Reizend sind vor allem die Naturschilderungen und die biologischen Artikel.So viel ich urtheilen kann,werden diese auch kaum einer Revision bedürfen.Im Allgemeinen aber,glaube ich,dass die einzelnen Parthien Fachmännern zur Durchsicht gegeben werden sollten.Eine ~~kix~~ kleine Nachlässigkeit,über die man bei der Tagesliteratur flüchtig wegliest,stört doch in einem Buch,wo sie denselben Augen sich doch immer wieder bemerklich macht. In Bezug auf die physikalischen Artikel,in welchen mir einige solche Stellen aufgefallen sind,möchte ich empfehlen,Herrn Dr A Lampa um die Revision zu bitten.Er schreibt vorzüglich populär,und wird solche Dinge vielleicht mit einem Federstrich zurecht bringen.

Was das Vorwort betrifft,so bitte ich mir zu erlauben,dass ich die richtige Stimmung dazu abwarte.Besseres als im Tagblatt zur Erinnerung an Franceschini stand,werde ich übrigens nicht zu Stande bringen.

Wien 20/VI 1901. In vorzüglicher Hochachtung Ihr ergebenster

Dr Ernst Mach

(an Taussig)

Hochgeehrter Herr !

Die Feuilletons,welche Sie mir lezthin gütigst überbrachten,habe ich gelesen.Das Stück über Neuseeland hat mich sehr angesprochen und sollte,glaube ich, nicht weggelassen werden.Ein Feuilleton darf der Phantasie etwas Spielraum lassen,und verlangt nicht als streng wissenschaftliche Abhandlung genommen zu werden.

Könnten Sie ein Exemplar der Schrift über die Irrwege des Gymnasialunterrichtes auftreiben,oder doch den Verlag erfahren.Dieselbe wäre mir für das Vorwort werthvoll; ich konnte sie bisher durch den Buchhandel nicht erhalten.

Wien 23/VI 1901.

In vorzüglicher Hochachtung

Ihr ergebenster

Dr Ernst Mach

63

Hochgeehrter Herr!

Obwol gegenwärtig sehr in Anspruch genommen, will ich mich doch bemühen, etwas über J P(L) zu schreiben und Ihnen dies, Ihrem Wunsch gemäss bis zum 20/I Januar zukommen zu lassen. Mit hochachtungsvollem Gruss Ihr ergebenster

Ernst Mach

Wien 3/I'12

Hochgeehrter Herr!

Die zu erledigenden Arbeiten haben sich mir in den letzten Tagen so gehäuft und gestaut, dass ich nicht daran denken kann den Artikel über J Popper(Lynkeus) zu schreiben. Ich habe das vor 4 Jahren getan[x] und Popper wäre wahrscheinlich sehr erstaunt, wenn das jetzt nochmals, etwa in eiliger und abgeschwächter Form käme. Vor 4 Jahren hatte ich alle Behelfe beisammen, die ich jetzt wieder zusammensuchen müsste. Das ist für einen gelähmten kranken Menschen nicht so leicht. Ich bitte also diesmal von mir abzusehen.

Mit hochachtungsvollem Gruss Ihr ergebenster

Wien 7/I'12

Dr Ernst Mach

x ist auch ausgiebig in meinen grösseren Druckschriften geschehen.



Herrn Paul Tausig
Schriftsteller

Wien I

Schwarzenbergplatz 17



# Entwurf einer Lehrinstruction für den physikalischen Unterricht in Mittelschulen.

Von Professor Ernst Mach.

## Allgemeine Bemerkungen

1.

Der Unterricht an einer Mittelschule kann entweder der Bildung des jungen Mannes für sich einen Abschluss geben, oder er kann auch als Vorbereitung für den höheren Unterricht dienen. In beiden Fällen ist dafür zu sorgen, dass die Frucht des Unterrichtes nicht bloss in der Aneignung einer gewissen Summe von Kenntnissen besteht, sondern dass auch formelle Bildung erzielt, d. h. dass die Urtheils- u. Beobachtungsfähigkeit an dem Stoffe geübt wird. In beiden Fällen ist die formelle Bildung ein Keim, der sich von selbst fruchtbringend weiter entwickelt. Sie ist nicht zu unterschätzen gegenüber den positiven Kenntnissen, wenn der Schüler unmittelbar ins praktische Leben übertritt, denn er wird sich dann das Fehlende leicht aneignen, während selbst ein vollgeladener Kopf ihm in kritischen Fällen nicht aus der Noth helfen kann. Sie ist aber das Hauptziel, wenn der Unterricht an einer höheren Anstalt fortgesetzt wird. Dann muss ja ohnehin alles Gelernte umgeformt u. als Material u. Grundlage des Neuen verwendet werden. Es ist deshalb zweckmässig, wenn der Stoff möglichst beschränkt, dafür aber möglichst vielseitig bearbeitet wird. Nur durch verschiedene Behandlung derselben Sache begreift man das Wesen der Methode u. erlangt Fertigkeit im Gebrauche derselben. Natürlich werden auch die mehr bildenden Theile der Physik (wie etwa Mechanik) den übrigen gegenüber bevorzugt werden müssen.

2.

Man kann dem Schüler ohne Zweifel ein zusammenhängendes Wissen beibringen, indem man von fertigen Definitionen u. Begriffen ausgeht, fertige Lehrsätze hinstellt u. dieselben beweist. Dieses Verfahren ist nicht einmal so schlimm, wenn es in der Mathematik angewendet wird, weil da der Schritt von der blossen Anschauung zur Definition u. zum Satze sehr kurz ist, u. von jedem fähigen Schüler ergänzt werden kann. Das physikalische Wissen, welches auf diese Art erworben ist, erscheint immer als ein äusserlich aufgedrungenes. Gerade dem Schüler, der auch denkt, werden sich plötzlich Unklarheiten ergeben, die er nicht zu lösen vermag, wenn er nicht weiss, wie man zu den an die Spitze gestellten Begriffen gelangt ist.

Es ist z. B. gewiss ein Fehler, wenn man den freien Fall so abzuleiten versucht: Die Schwere ist eine constante Kraft, welche dem Körper in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen denselben Geschwindigkeitszuwachs ertheilt, folglich $v = gt$, folglich $s = \frac{gt}{2} \cdot t$ u. s. w. — Man kennt die Schwere durch den Druck auf die Unterlage u. durch die Fallbewegung. Niemand, der es nicht versucht oder erfahren hat, kann wissen, dass Druck in Bewegung übergeht, noch weniger, wie er in Bewegung übergeht. Niemand kann also a priori wissen, dass beim Wegziehen der Unterlage der Druck sich in eine Beschleunigung verwandelt.

B. Siehe Lehrbuch der Physik u. Meteorologie von J. Müller (5. Aufl.) S. 207–208

Es wird sich hier empfehlen, einfach erzählend vorzuführen, dass Galilei, ohne an die Ursache der Fallbewegung zu denken, die Natur derselben experimentell untersucht hat. Er hat gefunden, dass bei derselben in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten zuwachsen. Das ist die mathematische Regel, nach welcher die Fallbewegung stattfindet. ($v = gt$). Durch Betrachtung anderer Umstände: s, t — findet man eine andere Regel für dieselbe Bewegung $s = \frac{gt^2}{2}$. (ebenso leicht noch eine dritte $gs = \frac{v^2}{2}$. Aus jeder dieser Regeln lassen sich rein mathematisch die anderen ableiten.

B. $s = \frac{gt \cdot t}{2}$
$gs = \frac{g \cdot g \cdot t \cdot t}{2}$
$gs = \frac{gt \cdot gt}{2}$
$gs = \frac{v \cdot v}{2}$
$gs = \frac{v^2}{2}$

Es ist also eine Thatsache, dass der Erde frei gegenüberstehende Körper eine Beschleunigung (Schwere) gegen den Erdmittelpunkt erhalten. Hieran lässt sich nun, nachdem das Verhältnis von Masse und Gewicht erläutert ist, die Definition der Kraft anknüpfen.

Anmerkung (bezüglich der Trägheit). Wenn die Erde den Körpern nicht Lagen oder Geschwindigkeiten

./.

Entwurf einer Lehrinstruktion für den physikalischen Unterricht in Mittelschulen.

Von Professor Ernst Mach.

## Allgemeine Bemerkungen

1.

Der Unterricht an einer Mittelschule kann entweder der Bildung des jungen Mannes für sich einen Abschluß geben, oder er kann auch als Vorbereitung für den höheren Unterricht dienen. In beiden Fällen ist dafür zu sorgen, daß die Frucht des Unterrichtes nicht bloß in der Aneignung einer gewissen Summe von Kenntnissen besteht, sondern daß auch formelle Bildung erzielt, d. h. daß die Urtheils- u. Beobachtungsfähigkeit an dem Stoffe geübt wird. In beiden Fällen ist die formelle Bildung ein Keim, der sich von selbst fruchtbringend weiter entwickelt. Sie ist nicht zu unterschätzen gegenüber den positiven Kenntnissen, wenn der Schüler unmittelbar ins praktische Leben übertritt, denn er wird sich dann das Fehlende leicht aneignen, während selbst ein vollgeladener Kopf ihm in kritischen Fällen nicht aus der Noth helfen kann. Sie ist aber das Hauptziel, wenn der Unterricht an einer höheren Anstalt noch vollendet wird. Dann muß ja ohnehin alles Erlernte umgeformt u. als Material u. Grundlage des Neuen verwendet werden. Es ist deshalb zweckmäßig, wenn der Stoff möglichst beschränkt, dafür aber möglichst vielseitig bearbeitet wird. Nur durch verschiedene Behandlung desselben Stoffes begreift man das Wesen der Methode u. erlangt Fertigkeit im Gebrauche derselben. Natürlich werden auch die mehr bildenden Theile der Physik (wie etwa/ Mechanik) den übrigen gegenüber bevorzugt werden müssen.

2.

Man kann dem Schüler ohne Zweifel ein ausgedehntes Wissen beibringen, indem man von fertigen Definitionen u. Begriffen ausgeht, fertige Lehrsätze hinstellt u. dieselben beweist. Dieses Verfahren ist nicht einmal so schlimm, wenn es in der Mathematik angewendet wird, weil da/der Schritt von der bloßen Anschauung zur Definition u. zum Satze sehr kurz ist, u. von jedem fähigen Schüler ergänzt werden kann. Das physikalische Wissen, welches auf diese Art erworben ist, erscheint immer als ein äußerlich aufgedrängtes. Gerade dem Schüler, der auch denkt, werden sich plötzlich Unklarheiten ergeben, die er nicht zu lösen vermag, wenn er nicht weiß, wie man zu den an die Spitze gestellten Begriffen gelangt ist.

Es ist z. B. gewiß ein Fehler, wenn man den freien Fall so abzuleiten versucht: Die Schwere ist eine constante Kraft, welche dem Körper in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen denselben Geschwindigkeitszuwachs ertheilt, folglich $v = gt$, folglich $s = \frac{gt}{2} \cdot t$ u. s. w. – Man kennt die Schwere durch den Druck auf die Unterlagen u. durch die Fallbewegung. Niemand, der es nicht versucht oder erfahren hat, kann wissen, daß Druck in Bewegung übergeht, noch weniger, wie er in Bewegung übergeht. Niemand kann also a priori wissen, daß beim Wegziehen der Unterlage der Druck sich in eine Beschleunigung verwandelt.

S. d. Lehrbuch der Physik u. Meteorologie von Joh. Müller (5. Aufl.) S. 207–208

Es wird sich hier empfehlen, einfach erzählend vorzuführen, daß Galilei, ohne an die Ursache der Fallbewegung zu denken, die Natur derselben experimentell untersucht hat. Er hat gefunden, daß bei derselben in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten zuwachsen. Das ist die mathematische Regel, nach welcher die Fallbewegung stattfindet. ($v = gt$). Durch Betrachtung anderer Umstände: $s$, $t$ – findet man eine andere Regel für dieselbe Bewegung $s = \frac{gt^2}{2}$. Ebenso leicht noch eine dritte $gs = \frac{v^2}{2}$. Aus jeder dieser Regeln lassen sich die anderen mathematisch ableiten.

B. $s = \frac{gt.t}{2}$

$gs = \frac{g.gt.t}{2}$

$gs = \frac{gt.gt}{2}$

$gs = \frac{v.v}{2}$

$gs = \frac{v^2}{2}$

Es ist also eine Thatsache, daß der Erde frei gegenüberstehende Körper eine Beschleunigung (Schwere) gegen den Erdmittelpunkt erhalten. Hieran läßt sich nun, nachdem das Verhältnis von Masse und Gewicht erläutert ist, die Definition der Kraft anknüpfen.

Anmerkung (bezüglich der Trägheit). Wenn die Erde den Körpern nicht Lagen oder Geschwindigkeiten ./.

sondern Beschleunigungen enthält, so liegt hierin schon das Trägheitsprincip. Die Erkenntnis dieses Princips war ein gewaltiger Fortschritt, u. man muß es so betrachten, daß ein nachhaltiger Eindruck davon bleibt. Man darf also keineswegs flüchtig, wie über etwas Selbstverständliches darüber weggehen.

Ähnlich sollte in allen analogen Fällen gezeigt werden, wie die Begriffe historisch entstanden sind, welche Beobachtungen zu denselben gedrängt haben. Die einfachste historische Exposition ist immer die beste. Der Entdecker einer naturwissenschaftlichen Wahrheit u. der fähige Schüler stehen dem neuen Satze gleich voraussetzungslos gegenüber. Für beide ist also derselbe Weg der natürlichste.

Es ist eigentlich nicht abzusehen, warum beim naturwissenschaftlichen Unterricht nicht ebenso die Lectüre von Classikern anwendbar sein sollte, wie beim philologischen. In der That würde die Lectüre von Galilei's drittem Dialog mehr bilden, als die besten modernen Lehrbücher zu bilden vermögen. Wer diesen Dialog gelesen hat, dem haben sich die wichtigsten Begriffe der Mechanik historisch vor den Augen entwickelt, er hat die ganze Gedankenarbeit, er hat die großen Entdeckungen miterlebt u. mehr Anregungen empfangen, als ihm das beste moderne Lehrbuch zu bieten vermag. Ähnliches läßt sich von Huyghens beiden Schriften „horologium" und „de percussione", so wie von der Einleitung zu Newtons „Principien" sagen. Die angeführten Schriften, die alle zusammen nur einen sehr geringen Umfang von wenigen Blättern haben, u. das Principielle der Mechanik, auf welches es in der Mittelschule allein ankommt, erschöpfen, sind in der Darstellung ganz elementar, für die mäßigste Fassungskraft verständlich u. enthalten nach Form u. Inhalt Schätze für den Unterricht. Können sie auch vielleicht zur Zeit noch nicht durch einen Classikerauszug der Jugend zugänglich gemacht werden, so kann doch jeder Lehrer sich in wenigen Tagen mit denselben bekannt machen.

Auch in den übrigen Theilen der Physik können kurze historische Expositionen, die sich freilich nicht auf Namen u. Jahreszahlen beschränken dürfen, den Ausgangspunkt bilden. Abgesehen von dem culturhistorischen u. ethischen Werth, den die Schilderung der überwundenen Schwierigkeiten u. der plötzlichen Erweiterung der Anschauung hat (Torricelli, Guericke etc) weist eine solche Exposition auf die Existenzberechtigung der neuen Begriffe hin.

In jenen Theilen der Physik, deren Hauptentwicklung in die neuere Zeit fällt, wie in der Lehre vom Magnetismus, der Elektricität u. Wärme, wird die historische Exposition der ausgedehnten Literatur u. des complicirteren Entwickelungsganges wegen ihre Schwierigkeiten haben. Doch werden auch hier die Hauptpunkte, auf welche sich ja des fehlenden Abschlusses wegen der Unterricht wird beschränken müssen (Gilbert, Guericke, , Franklin, , Galvani, Volta, Ohm etc.) einer kurzen historischen Exposition fähig sein. Der Lehrer, der sich derselben bedient (sollte er sich im Nothfalle auch bei mangelhafter Quellenkenntnis etwa an Whewell's Geschichte halten müssen) wird nicht in Gefahr kommen, vom Schüler zu verlangen, daß er in einem Anlauf verstehe, was sich in den bedeutendsten Köpfen nur sehr allmälig hat entwickeln können. — Ähnliches gilt von der Wärmelehre. Die Optik dagegen hat noch eine alte u. einfache Geschichte. Wer Huyghens tractatus de lumine, Newtons Optik u. einige Abhandlungen von Fresnel liest, wird mit geringerer Anstrengung u. in kürzerer Zeit (in 3–4 Wochen) eine klarere Vorstellung von dem gegenwärtigen Zustande der Optik u. deren natürlicher Entwicklung erlangen, als es sonst mit Hilfe einer Masse von moderner Lehrbücherliteratur möglich wäre. Hier könnte sich der Unterricht wieder mit großem Vortheil fast unmittelbar an die Quellen anschließen.

Die historische Darstellung wird zur Vergleichung verschiedener Capitel führen u. hiedurch das Zufällige u. Conventionelle vom Wesentlichen sondern. Dazu braucht man gar nicht sehr hoch u. sehr tief zu gehen. Wer z. B. weiß, daß in der Gleichung $s = kq\frac{u_1-u_0}{l}$ s eine Elektricitäts- oder Wärmemenge, q den Querschnitt, l die Länge eines prismatischen Elektricitäts- o. Wärme-

leitend, k ein Elektricitäts- o/. Wärme-Leitungsvermögen, $u_1 - u_0$ eine elektrische Spannungs- o/. eine Temperaturdifferenz bedeutet, wird nicht im Zweifel sein, daß der Name Widerstand für den Ausdruck $\frac{l}{kq}$, welcher in der Elektricitätslehre gebräuchlich, in der Wärmelehre aber nicht gebräuchlich ist (obgleich dort der Name die gleiche Berechtigung hätte) bloß eine conventionelle Bezeichnung eines Rechnungsausdruckes ist, u. daß man an nichts einem mechanischen Widerstande Analoges zu denken braucht.

Die historische Darstellung wird außer der Klarheit den Vortheil haben, daß der Unterricht aufhört dogmatisch zu sein. Die Wissenschaft erscheint als etwas allmälig Gewordenes, noch nicht Abgeschlossenes, noch weiter Bildsames. Bildsamkeit des Geistes statt bloßer Bildung dürfte das Resultat des Unterrichtes sein.

3.

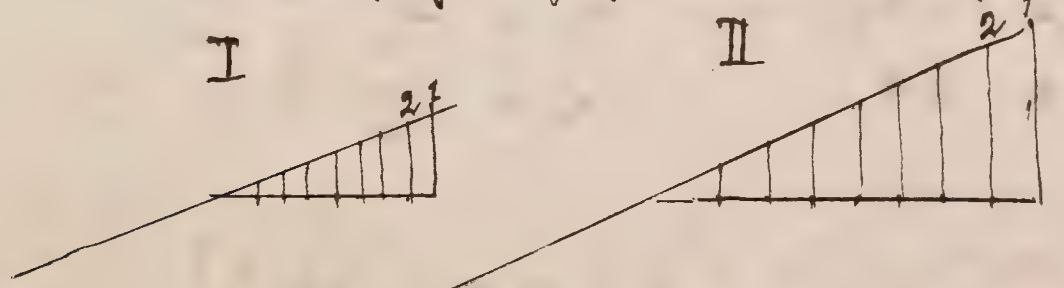
Man wird sich wohl zu hüten haben, die physikalische Lehrstunde zu einer bloß mathematischen zu machen. Der Zweck des physikalischen Studiums ist die Erkenntnis des Zusammenhanges der Erscheinungen in der unorganischen Natur. Der Schüler soll aber angeleitet werden zur Beobachtung u. zur Ableitung von Regeln aus den Beobachtungen. Dazu ist die Mathematik nur ein Mittel. Es bleibt in der Physik noch sehr viel zu verstehen übrig, auch wenn man alle Mathematik bei Seite läßt.

Wo aber Mathematik angewendet wird, sollte die Bedeutung dieser Anwendung dem Schüler immer klar auseinandergesetzt werden. So kann man z. B. leicht zeigen, daß die Formeln $s = \frac{gt^2}{2}$ oder $T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ nur sehr compendiöse Ersatze sind für eine ganze Reihe von Tabellen, welche, da ihr Zahleninhalt aber sehr einfach gesetzmäßig fortschreitet, unnöthig werden u. sich durch eine Herstellungsregel (Formel) entbehrlich machen lassen. Jedes Naturgesetz ist bloß ein solcher zusammenfassender Ausdruck einer Reihe von Thatsachen u. läßt sich, da nicht quantitative Abhängigkeiten überhaupt keine Abhängigkeiten sind, immer durch eine Formel ausdrücken, wenn die Erkenntnis weit genug vorgeschritten ist. Die Formel ist die kürzeste, einfachste, zusammenfassendste Beschreibung der Erscheinungen.

Weil die Kenntnis der Erscheinungen die Hauptsache u. die Mathematik nur das Mittel hiezu ist, wird man die kürzesten, einfachsten u. anschaulichsten Demonstrationen wählen. Eine Ableitung wird nicht klarer u. strenger dadurch, daß sie umständlicher u. länger wird. Abschreckende Beispiele mit erkünstelter Strenge mit erkünstelter Strenge gibt es in den modernen Lehrbüchern genug. Man erinnere sich z. B. der Ableitungen betreffend die Pendelbewegung, die Linsen u. s. w. Man stelle z. B. im ersten Falle die Annahme hinreichend kleiner Excursionen, bei welchen Sinus u. Bogen verwechselt werden können, an die Spitze. Dann sind die Beschleunigungen den Elongationen proportional. Für geradlinige derartige Schwingungen läßt sich nun die Unabhängigkeit der Schwingungsdauer von der Amplitude, die verkehrte Proportionalität von Schwingungsdauer u. $\sqrt{f}$, wobei f die Beschleunigung bei der Elongationseinheit bedeutet, durch Eintheilung der Bewegung in sehr kleine Elemente sehr leicht zeigen. Die erwähnte Schwingung ist zugleich die Abschattung einer um die Amplitude als Durchmesser stattfindenden gleichförmigen Kreisbewegung, welche in einer ganzen Schwingung einen Umlauf macht. Der Ausdruck für die Centripetalbeschleunigung ergibt sich in diesem Fall bekanntlich sehr einfach und deren Componente nach der Schwingungsrichtung ist die Schwingungsbeschleunigung.

Anmerkung.

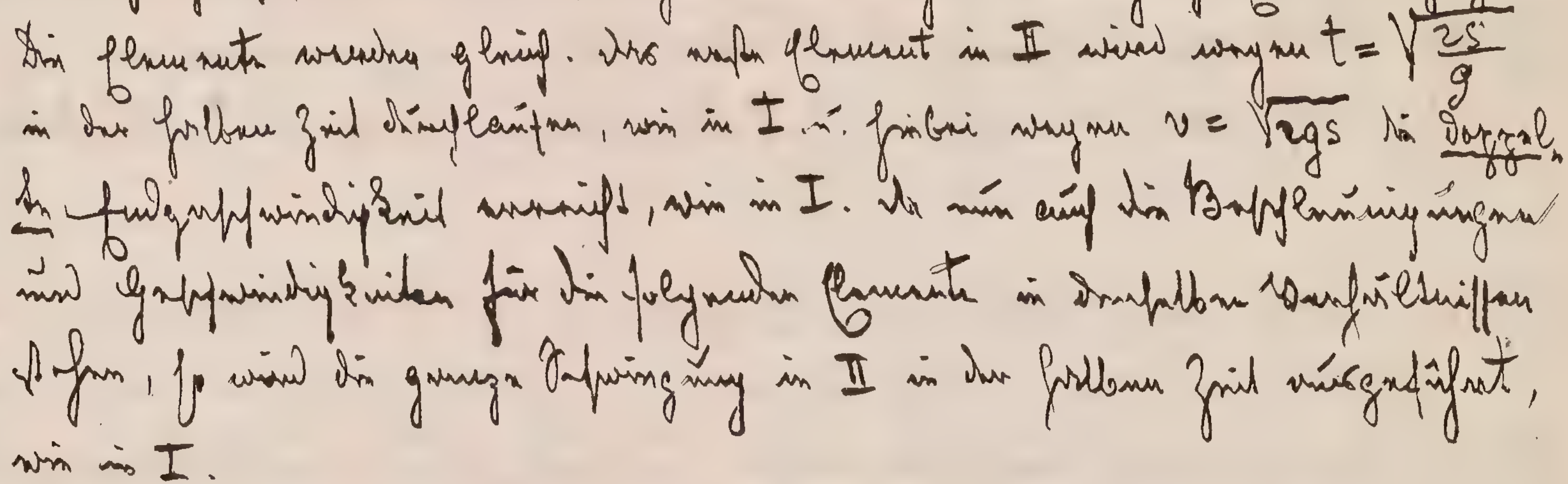
Die Beschleunigung sei proportional der Elongation u. durch die Ordinaten vorgestellt.




Im Falle II sei die Anfangsexcursion die doppelte wie in I. Man theile beide Bewegungen in eine große gleiche Zahl Elemente. Die Wegelemente in II sind doppelt so groß als in I. Weil für die gleichförmig

4 beschleunigten Bewegung $t=\sqrt{\frac{2s}{g}}$, so wird das 1te Element in II. (wegen der doppelten Beschleunigung) in derselben Zeit durchlaufen, wie das 1te Element in I. Die Anfangsgeschwindigkeit bei 2 ist wegen $v=\sqrt{2gs}$ in II doppelt so groß, wie in I. Folglich gilt die Gleichzeitigkeit auch für die Elemente 2, ebenso für 3 u.s.w. Die Verallgemeinerung bei anderen Excursionen ist selbstverständlich.

Nehmen wir nun in zwei Fällen I u. II die Anfangsexcursion gleich, die Beschleunigungen aber, welche diesen Excursionen entsprechen, in II viermal so groß, wie in I. Wir theilen die Wege in eine gleiche Elementenzahl.




Die Elemente werden gleich. Das erste Element in II wird wegen $t=\sqrt{\frac{2s}{g}}$ in der halben Zeit durchlaufen, wie in I u. hiebei wegen $v=\sqrt{2gs}$ die doppelte Endgeschwindigkeit erreicht, wie in I. Da nun auch die Beschleunigungen und Geschwindigkeiten für die folgenden Elemente in denselben Verhältnissen stehen, so wird die ganze Schwingung in II in der halben Zeit ausgeführt, wie in I.

Die Schwingungszeiten verhalten sich verkehrt wie die Wurzeln aus den Beschleunigungen bei gleichen Excursionen oder wie die Wurzeln aus den Beschleunigungen bei der Excursionseinheit.

Folglich beim Pendel wenn $l$ die Länge, $\alpha$ der Ausschlagswinkel, $\alpha l$ die Excursion, u. $\alpha g$ annähernd die Beschleunigung. Also $\frac{\alpha g}{\alpha l}$ die Beschleunigung bei der Excursionseinheit, also $T$ proportional $\sqrt{\frac{l}{g}}$ — al oder $\alpha l$?
$T=k\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Oder: Wenn ein Punkt in einem Kreis vom Radius $r$ mit der Umlaufszeit $T$ geschwungen wird, so ergibt sich bekanntlich leicht die hiebei bestehende Centripetalbeschleunigung.

$$\varphi = \frac{4r\pi^2}{T^2}$$

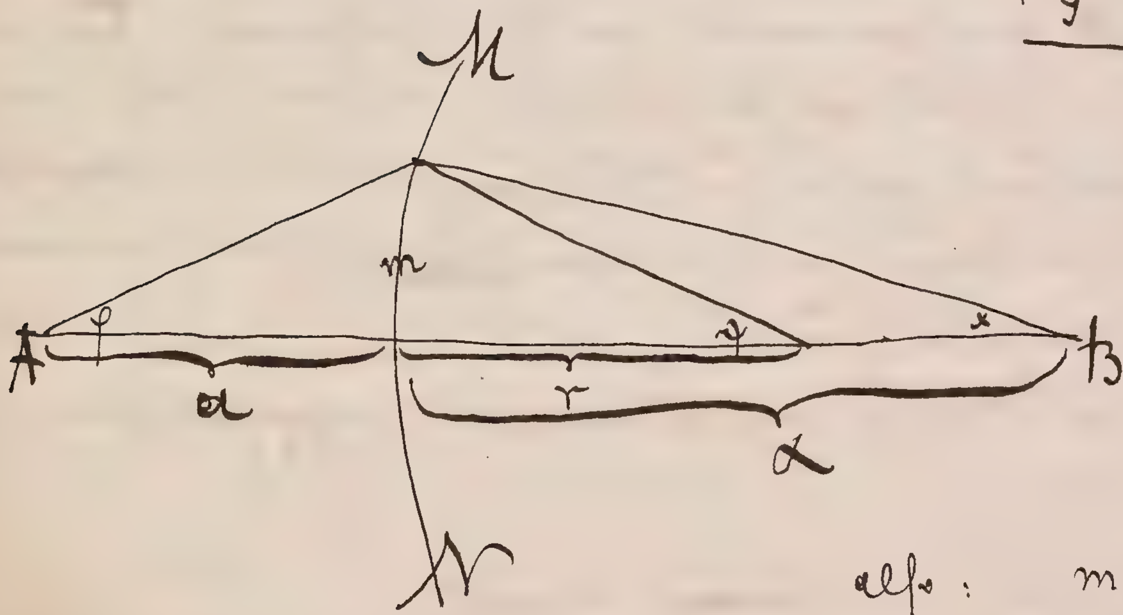
Man denke sich nun diese Beschleunigung u. die Bewegung nach zwei zu einander senkrechten Durchmessern zerlegt (Schwingungen).

Die der $x$ Bewegung entsprechende Beschleunigung. $\psi = \varphi\cos\alpha = \varphi\frac{x}{r}$ ist proportional der Excursion $x$. Die Beschleunigung für die Einheit der Excursion $f = \frac{\varphi}{r} = \frac{4\pi^2}{T^2}$. Weil die Umlaufszeit im Kreise mit der Schwingungsdauer der Schwingungscomponente identisch ist.

| $x = r.\cos\alpha$ also $\frac{x}{r} = \cos\alpha$ daher $\varphi\frac{x}{r} = \varphi.\cos\alpha$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{f}}$$

Für das Pendel ist nun $f = \frac{g}{l}$ u. weil die halben Schwingungen gezählt werden $T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.




MN | brechende Fläche
AB Axe
m sehr klein, kann betrachtet werden als Bogen gehörig zu den Radien $a, r, \alpha$
. . . Winkeln $\varphi, \psi, x$ | $x, \psi, \varphi$ |?

also:
$$m = a\varphi \qquad \varphi = \frac{m}{a}$$
$$m = r\psi \quad \text{also} \quad \psi = \frac{m}{r}$$
$$m = \alpha x \qquad x = \frac{m}{\alpha}$$
} I

$\frac{\sin(\varphi+\psi)}{\sin(\psi-x)} = n$ also annähernd $\frac{\varphi+\psi}{\psi-x} = n$ also $\varphi+\psi = n(\psi-x)$. Aus I die Werthe $\frac{1}{a}+\frac{n}{\alpha} = \frac{n-1}{r}$ (Sphärischer Spiegel wenn $n = -1$ weil m ausfällt homocentrisch. | $\frac{1}{r}+\frac{n}{\alpha} = \frac{n-1}{a}$ ?|

Zwei sphärische brechende Flächen mit zusammenfallendem Scheitel u. derselben Axe. Zwischen beiden Glas (unendlich dünne Linse):

Für die erste $\frac{1}{a} + \frac{n}{\alpha} = \frac{n-1}{r}$

Für die zweite $\frac{1}{a_1} + \frac{\frac{1}{n}}{\alpha_1} = \frac{\frac{1}{n}-1}{r_1}$

Hierin $a_1 = \alpha$ aus beiden eine Gleichung zwischen $a$ u. $\alpha_1$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha_1} = (n-1)\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_1}\right) \text{ oder}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p}$$ statt $\alpha_1$ wieder $\alpha$ geschrieben

---

Die Fundamentalpunkte des Linsensystems lassen sich ebenso leicht darstellen.

---

Diese Betrachtungen sind unter der angegebenen Voraussetzung vollkommen streng, aber zugleich sehr anschaulich, u. jeder Schritt gibt eine neue mathematische od. geometrische Einsicht, wie sie sich bei den alten Physikern, welche noch keine Methode besassen u. ganz auf die Kraft ihrer Phantasie angewiesen waren, in Hülle u. Fülle finden. Solche Betrachtungen werden immer fruchtbarer sein, als mechanische stundenlange Rechnereien auf der Tafel.

Wenn hier der Rath gegeben wird, alles durch eine möglichst kurze Detailbetrachtung zu erledigen, so beruht dies nicht auf dem Verkennen des bildenden Werthes allgemeiner Methoden. Der Werth solcher allgemeiner Methoden, welcher eben in der Ersparung des Nachdenkens über den einzelnen Fall, in dem schablonenmässigen, mechanischen Abmachen desselben besteht, kann aber gar nicht verstanden werden, wenn nicht zuvor eine Menge einzelner Fälle durch sehr verschiedene Detailbetrachtung erledigt worden sind. Allgemeinere Methoden sind in der Wissenschaft immer das Ergebnis vieler Detailarbeit u. müssen es auch im Unterricht sein. Obendrein ist die Methode ein zweischneidiges Geschenk. In der Methode liegt die Einsicht, dass man einen Gedanken ein für allemal denken kann u. ihn nicht in jedem neuen Falle wieder zu denken braucht. Es wird z. B. sehr zweckmässig sein, nachdem die einfachen Maschinen in verschiedener Weise behandelt worden sind, das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeiten als überall gültig aufzuzeigen, zu zeigen, wie man sich bei Anwendung desselben um das Detail der Maschine gar nicht zu kümmern braucht, u. es sogar anwenden kann, wenn die Maschine gar nicht bekannt ist z. B. nur der Angriffspunkt der Kraft u. Last aus einem Kasten hervorragt u. deren Verschiebungen sich bestimmen lassen. Aber alles erst nach mühsameren Betrachtungen. „Was du ererbt von deinen Vätern hast, erwirb es, um es zu besitzen."

Memoriren sollte man so wenig wie möglich verlangen. Aber die wichtigsten Gesetze müssen dem Gedächtnisse stets gegenwärtig sein, so z. B. $s = \frac{gt^2}{2}$, $T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ oder in den Unterklassen in der Form: Wird die Fallzeit 2, 3, 4 … mal grösser, so wird der Fallraum 2×2, 3×3, 4×4 … oder 4, 9, 16 … mal grösser. Wird das Pendel 4, 9, 16 mal länger, so wird die Schwingungszeit 2, 3, 4 mal grösser; u. s. w.

Oder so: Weg = $\frac{\text{Beschleunigung} \times \text{Zeit} \times \text{Zeit}}{2}$

Zu dem unbedingt zu Merkenden gehören auch die wichtigsten Zahlen, wenn auch in ganz roher Annäherung z. B. die Beschleunigung der Schwere (in der Sekunde) beträgt fast $10^m$, die Gase dehnen sich vom (d. i. = zum Siedepunkt) um etwa $\frac{1}{3}$ ihres Volums aus; Wasser welches $425^m$ hoch fällt, kann sich durch den Stoss um 1° C. erwärmen, die mittlere Wellenlänge des Lichtes ist $0.0005^{mm}$ u. s. w. u. s. w. Ohne dass diese Zahlen immer frisch gegenwärtig sind, glaubt

das Bild von der Natur mehr einem Traume als der Wirklichkeit.

Eine vollständige Lehre von den Dimensionen der physikalischen Größen wird unnöthig sein. Das Verständnis derselben u. das Bedürfnis nach derselben kann durch gelegentliche einfache Fragen entwickelt werden. Es ist $g = \frac{2s}{t^2}$. Welche Zahl für die Beschleunigung erhalte ich, wenn ich statt der Sekunde die doppelte Zeiteinheit wähle? $T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Wieso erhalte ich eine Zeit, wenn ich die Maßzahl einer Länge durch die Maßzahl einer Beschleunigung dividire u. daraus die Wurzel ziehe? Weil $g = \frac{2s}{t^2}$, folglich $T = \pi\sqrt{\frac{l t^2}{2s}}$, weil also unter dem Wurzelzeichen das Quadrat einer Zeit steht. Wann u. warum erhalte ich die Schwingungsdauer in Sekunden?

$T = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$T = \pi\sqrt{l : \frac{2s}{t^2}}$

$T = \pi\sqrt{\frac{l.t^2}{2s}}$

Ebenso leicht kann gelegentlich bemerkt werden, daß keine physikalische Constante vollkommen genau angegeben werden kann, ohne deshalb auf eine genaue Fehlertheorie einzugehen. Welchen Fehler mache ich bei Bestimmung der Beschleunigung $g = \frac{2s}{t^2}$, wenn ich bei Zählung der Zeit einen gegebenen Fehler gemacht habe?

In jüngern Köpfen entsteht bei unrichtigem Unterricht leicht die Meinung, als könne man mathematisch beweisen, daß die Natur so sein müsse u. nicht anders sein könne. Dieser Meinung muß man durch klare Auseinandersetzung des Sachverhaltes entgegentreten. Wenn $v = gt$ ist, so muß auch $s = \frac{gt^2}{2}$ sein, oder umgekehrt, weil beide nur verschiedene Ansichten derselben Erscheinung sind, die wir nur der Beschränktheit unserer Auffassung wegen nicht zugleich, sondern nur nacheinander haben können. Daß aber $v = gt$ sein müsse, kann man nicht mathematisch beweisen, sondern nur erfahren. Macht man die Newton'sche Gravitationsannahme, so deckt man eigentlich die Kepler'schen Gesetze schon mit und umgekehrt, nur muß man sich dieß erst allmälig klar auseinanderlegen. Daß die Gravitationsannahme richtig sei, kann man aber mathematisch nicht anders beweisen, als indem man zeigt, daß sie in den Beobachtungen schon liegt. Wenn verschiedene Beschleunigungen von einander unabhängig sind, so setzen sie sich nach dem Parallelogramm zusammen. Daß sie aber unabhängig sind, kann bloß die Erfahrung lehren. So hat also die Mathematik in der Physik keine andere Aufgabe, als zu zeigen, daß mit gewissen Eigenschaften einer Erscheinung gewisse andere schon mitgedacht (mitbestimmt) sind, daß die Beobachtung gewisser Eigenschaften genügt, um die besondere Beobachtung gewisser anderer überflüssig zu machen. Die Mathematik erspart also die Mühe überflüssiger Beobachtungen u. erleichtert die Arbeit der Übersicht.

4.

Den gelegentlichen Bemerkungen, welche die Funktion der Mathematik in der Physik betreffen, u. die nie allgemein philosophisch gehalten sein dürfen, sondern sich an ganz specielle Fälle halten müssen, knüpft sich leicht eine gelegentliche (ebenfalls einen speciellen Fall betreffende) Bemerkung über das Wesen der Theorie u. der Erklärung überhaupt. Eine wahre u. vollständige Erklärung zeigt immer, wieso eine complicirtere Erscheinung eine Combination von einfacheren bekannten Erscheinungen ist. Wo man eine noch unbekannte Erscheinung zur Erklärung voraussetzt, ist dieß immer nur ein Nothbehelf u. die Annahme muß wenigstens eine solche sein, welche die Übersicht erleichtert u. die Möglichkeit bietet auf die Probe gestellt zu werden. Solche hypothetische Theorien sind also gefährliche Hilfsmittel, dürfen also nur zur Noth sparsam gebraucht werden. Die größten Naturforscher wie Newton haben sehr wenig von solchen Theorien gehalten u. wiederholt offen erklärt, daß es ihnen gar nicht auf Hypothesen, sondern nur auf die Kenntnis der Erscheinungen ankomme. Die größten Schwierigkeiten verdankt die neuere Physik

Faraday, der sehr wenig unter dem Einflusse moderner Theorien stand u. sich ganz so dem Studium der reinen Erscheinung u. ihrer Gesetze hingab, wie dies der Geometer mit den räumlichen Gebilden thut. Ein unter den Deutschen seltener Vertreter dieser Art war Plücker, der in Geometrie u. Physik ganz analoge Leistungen aufzuweisen hat. Die Unklarheit in diesem Punkte hat zur Folge, daß viele der besten Kräfte ihre Zeit mit unfruchtbaren Speculationen hinbringen. Man hat nicht nöthig dieselben noch besonders zu schlagen.

5.

Um das Träumen über die Natur zu verscheuchen u. Achtung vor den Erscheinungen zu erzeugen, wird es sich sehr empfehlen bald diesen, bald jenen Schüler einen Versuch (wo möglich einen quantitativen) mit ausführen zu lassen, etwa einen Fallversuch mit der Atwoodschen ~~Fall~~Maschine o. Einstellung eines Prismas auf das Minimum der Ablenkung, Projektion eines reellen Bildes auf einen Schirm u. s. w. Selbstverständlich werden dies nur Kleinigkeiten sein können: jeder Schüler wird aber seine Vorstellung durch das praktische Zugreifen geklärt finden.

## Unterklassen.

1.

In den Unterklassen wird man die einfachsten Erscheinungen in wo möglich quantitativ einfachsten Experimenten vorzuführen haben. Aus einer ~~R~~ Reihe specieller Fälle suche man dann die Regel zu abstrahiren. Hierbei kann nicht genug vor verfrühter u. folglich affektirter Abstraktion gewarnt werden. Abstraktion kann immer nur das Resultat der Geläufigkeit bei Betrachtung einer Erscheinung sein.

2.

Vor Ausführung eines Experimentes wird es zweckmäßig sein, den Erfolg errathen zu lassen. Nicht nur wird dadurch die Aufmerksamkeit gespannt, sondern die Jugend wird aus den Irrthümern, welche dabei auftreten, auch die Lehre ziehen, daß sich Naturgesetze nicht herausphilosophiren lassen. Der Körper legt in der doppelten Zeit nicht, wie die meisten errathen werden, den doppelten Fallraum zurück. Das Pendel von vierfacher Länge hat nicht die vierfache Schwingungsdauer. Man hat hier nicht a priori zu konstruiren, sondern zu beobachten.

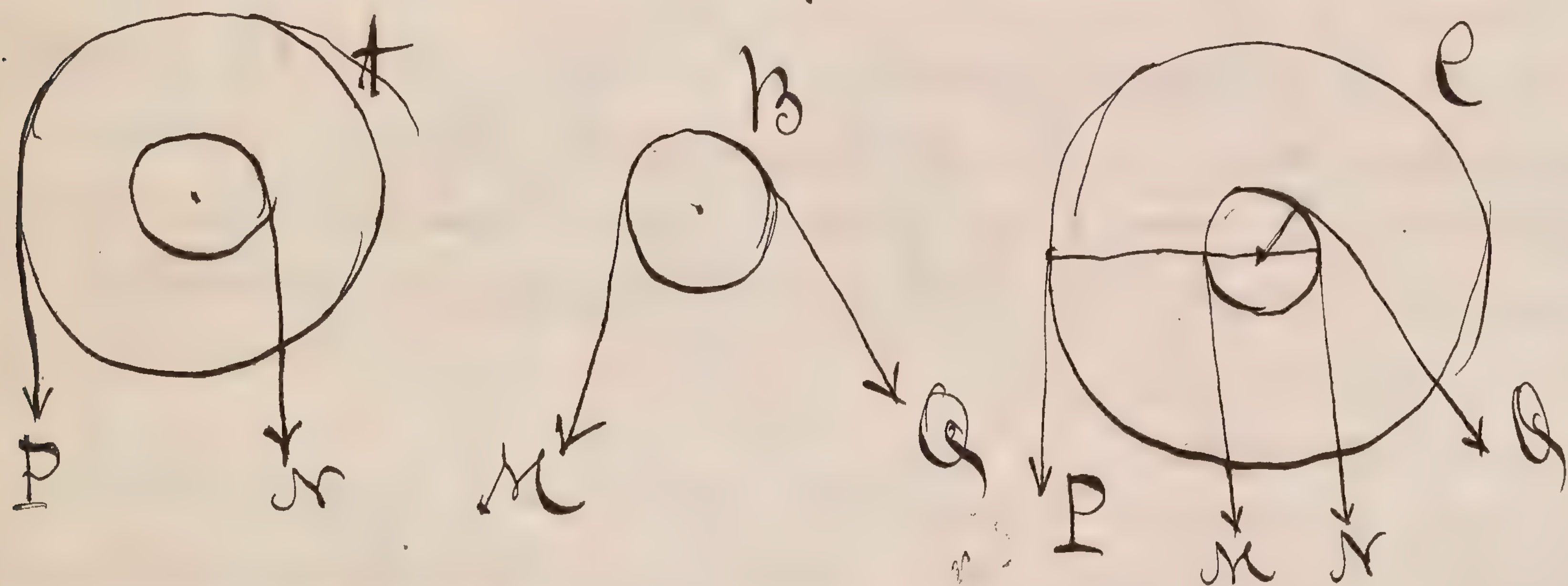
Dagegen genügt schon das Minimum von Stoff, welches in den Unterklassen vorgenommen werden kann, den Schüler in seinen Vorstellungen an dieselbe Bestimmtheit zu gewöhnen, welche die Natur in ihren Wirkungen hat. Eine einmal beobachtete Eigenschaft einer Erscheinung findet sich immer wieder, so oft die Erscheinung einfach oder mit anderen kombinirt auftritt. Die Eigenschaften der Fallbewegung finden sich z. B. im Wurfe wieder. Das Wiedererkennen schon bekannter u. für sich einmal beobachteter Eigenschaften der Erscheinungen in Complexen von Erscheinungen ist die Erklärung. Hierin liegt eben die Erleichterung der Übersicht u. die große Ersparnis an Zeit u. Mühe, welche die geordnete (wissenschaftliche) Naturbetrachtung vor der gewöhnlichen voraus hat.

Manche Fälle sind besonders geeignet an Bestimmtheit des Denkens zu gewöhnen. Hat man z. B. experimentell gezeigt, daß die Wirkung eines Gewichtes am Hebel nicht nur durch dessen Größe, sondern auch durch dessen Abstand vom Drehpunkt bestimmt ist, so kann der Fall, in welchem gleiche Gewichte zu beiden Seiten des Drehpunktes angehängt sind, ohne Versuch erledigt werden. Es lässt sich hier keine Regel angeben, nach welcher die Drehung erfolgen sollte, demnach erfolgt auch keine Drehung. An einer Rolle, über welche eine Schnur gelegt ist, die einen beliebigen Bogen umspannt, u. welche an beiden Enden mit gleichen Kräften

gezogen wird, läßt sich immer eine Symmetrieebene des Systems auffinden. In dieser kann sich der Beobachter aufgestellt ~~finden~~ denken, u. sieht nun ohne Weiteres ein, daß hier Gleichgewicht besteht. Drei gleiche unter Winkeln von 120° gegen einander auf einen Punkt angreifende (in einer Ebene liegende) Kräfte halten sich das Gleichgewicht. Es läßt sich keine Regel angeben, nach welcher die Bewegung in eindeutig bestimmter Weise erfolgen sollte. Solche scheinbar triviale Fälle (welche der Philosoph als unter den Satz des „zureichenden Grundes“ fallend begreifen würde) haben als Denkübung eine hohe Bedeutung. Die Fertigkeit, solche Fälle zu finden u. in gegebenen Fällen wieder zu erkennen hat die wichtigsten Erweiterungen der Wissenschaft herbeigeführt.

3.

Demonstrationen sind solche zu wählen, bei welchen der deductive Apparat die Sache nicht verdeckt. Um z. B. den Satz von der Gleichheit der Momente im Gleichgewichtsfall des Hebels zu demonstrieren, könnte man so verfahren: Man demonstriert zuerst das Gleichgewicht am geradlinigen Hebel, wenn die Kräfte senkrecht auf die Hebelarme sind, dann das Gleichgewicht an der Rolle. Nun denke man sich das Wellrad A u. die Rolle B, die beide schon im Gleichgewicht sind zu dem System C verbunden, das natürlich auch im Gleichgewicht sein wird. Die beiden Kräfte M, N können hier ausgeschieden werden u. man hat Gleichgewicht zwischen P u. Q.




Da es hiebei auf die Form der Rolle nicht ankommt, sondern immer nur auf die Lage der Radien der Angriffspunkte, so gibt dies den Momentensatz. Man lernt auf diese Weise in einem complicierteren Falle die denselben zusammensetzenden einfachen Fälle sehen, man lernt von nebensächlichen Umständen absehen u. s. w. Die Elemente der Statik von Poinsot enthalten treffliche Beispiele in dieser Richtung.

4.

Bei Deductionen sind alle, auch die kleinsten logischen Sprünge zu vermeiden. Betrachtet man z. B. das Verhalten eines schweren Körpers auf der schiefen Ebene, so zeige man, warum die Schwerkraft des Körpers in eine der Länge parallele u. senkrechte Componente zerlegt zu denken ist. Eine zu einer starren Ebene senkrechte Kraft bewirkt keine Bewegung, weil keine Regel denkbar ist, nach welcher die Richtung dieser Bewegung bestimmt werden könnte. Für eine parallele Kraft ist die Ebene gar kein Hinderniss. Die schiefe Kraft ist also ein Mittelfall zwischen den beiden erwähnten Fällen, welchen man als aus beiden zusammengesetzt ansehen kann. — Bevor man die Proportion zwischen den Bestimmungsstücken der schiefen Ebene u. der Componenten aufstellt, wird es zweckmäßig sein, dieselbe zuvor an einer Reihe von (etwa mit wechselnder Elevation der schiefen Ebene) anschaulich zu machen. Gewöhnt man den Schüler in einigen Fällen, den verwickelten Zusammenhängen stets durch Probieren in Gedanken, in Constructionen und im Experiment nachzugehen, so wird er diese Praxis überall bald selbst befolgen, und statt des blossen gläubigen Annehmens der Lehren ~~bald~~ durch Selbstthätigkeit erkennen.

Was die Auswahl u. Anordnung des Stoffes betrifft, so möchte Referent bemerken, dass in beiden Richtungen Kreiß (in seinen Anfangsgründen der Naturlehre) sich dem Ideale des Referenten sehr angenähert hat. Folgende Auswahl u. Anordnung möchte nicht unzweckmäßig sein:

Vorbegriffe:

Die Sinne. Natur. Naturerscheinung. Materie. Undurchdringlichkeit. Aggregatzustände.

(Es wird zweckmäßig sein, die allgemeinen Eigenschaften, welche noch stark an die scholastische Behandlung der Physik erinnern, möglichst zu reducieren).

Erscheinung. Naturgesetz. Messen. Raum. Zeit- u. Massen-Maß. (Wage, Gewicht).

Erklärung.

(Die Kraft als „unbekannte Ursache" ist zu verbannen, sie spielt eine ganz müßige u. folglich verwirrende Rolle. Die Mechanik gibt die brauchbare Definition der Kraft.)

Wärme.

Mit der Empfindung der Wärme an einem Körper sind Erscheinungen verbunden, welche zur sicheren Bezeichnung des Wärmezustandes dienen können.

Ausdehnung der festen, flüssigen u. gasförmigen Körper. Experimente.

Derselbe Körper, stärker ausgedehnt gilt (im Allgemeinen) für wärmer.

Zwei Körper in Berührung theilen sich ihre Wärme mit. Der wärmere erwärmt den kälteren.

Körper, die in Berührung ihren Wärmezustand nicht ändern, nennen wir gleich warm (v. gleicher Temperatur)

Das Volum eines Körpers kann als Merkmal des Wärmezustandes (der Temperatur) desselben Körpers u. der damit in Berührung befindlichen Körper dienen.

Das gemessene Volum kann als Temperaturmaß gelten, welches jedoch wegen der Verschiedenheit in der Ausdehnung der Körper conventionell u. ganz willkürlich ist. Wasser (4° C.)

Thermometer. Fundamentalpunkte. Skalen.

Leitung der Wärme.

Verdampfen, Sieden. Druck. Papinscher Topf. Condensation der Dämpfe. Destillieren

Binden u. Freiwerden der Wärme. Wärmeeinheit. Specifische Wärme. Mischungsbeispiele.

Quellen u. Wirkungen der Wärme.

Statik. Dynamik.

In Bezug auf diese Kapitel dürften die obigen allgemeinen Bemerkungen genügen. Es möge noch bemerkt werden, dass es gerade in diesen Kapiteln zweckmäßig sein wird, gelehrte [illegible] zu vermeiden, u. auch ganz hausbackenen Betrachtungsweisen einen Platz zu gönnen. Es wird z. B. dem Verstand des Schülers sehr nahe liegen, wie es den Begründern der Mechanik nahe lag, dass man mit einem Kilogewicht ein größeres Gewicht nur heben kann, wenn das Kilogewicht dafür entsprechend tiefer fällt, weil ja alle Gewichte doch abwärts streben. Dass das Wasser aus der Bodenöffnung eines Gefäßes mit seiner Anfangsgeschwindigkeit höchstens das Niveau erreichen kann, weil es sonst ein Leichtes wäre, das Wasser von selbst aufwärts fließen zu lassen, was ja ganz den augenscheinlichen Eigenschaften desselben widerspricht).

Schall.

Dieses Kapitel gibt Gelegenheit zu fruchtbarer Anwendung des in der Mechanik Erlernten. Vollständige Deduktionen werden auf dieser Stufe kaum zulässig sein. Hat man aber die Pendelschwingungen gut begriffen, so wird man sich leicht klar machen, dass jede Störung

./.

10/

eines stabilen Gleichgewichtszustandes ähnliche Schwingungen zur Folge hat. Zunahme der bewegenden Kräfte verkleinert, Zunahme der bewegten Masse vergrößert c. p. die Schwingungsdauer. (caeteris paribus)

Demonstration der Schwingungsgesetze (nach Schellbach). Spiralfedern mit angehängten Gewichten. Saiten. Einfluß der Spannung, des Eigengewichtes, der Länge. Analogien zu den Pendelschwingungen.

Experimenteller Übergang von direkt sichtbaren zu den rascheren hörbaren Schwingungen, etwa durch successive Verkürzung eines Stabes.

Fortpflanzung der Impulse im elastischen Medium. Wasserwellen: Kugeln von verschiedener Masse.

Experimentelle Vorführung von Wellen an Flüssigkeiten, Schnüren etc. Phoronomische Explication der Wellen. fortschreitende u. stehende Wellen.

Erläuterung der Definition durch Beispiele. Übertragung auf den Schall. Saiten, Pfeifen, Stäbe.

Ausbreitung, Reflexion des Schalles.

(das Wichtigste der musikalischen Akustik).

Licht.

Es kann sich auf dieser Stufe hauptsächlich nur um die geometrischen Eigenschaften des Lichtes handeln. Die wenigen notwendigen geometrischen Begriffe findet der Lehrer bereits vor. Alles hierher Gehörige läßt sich sehr leicht demonstrieren, wenn man das Licht durch rauchige Luft, durch trübe (oder besser durch fluorescierende) Flüssigkeiten gehen läßt, wenn man die Prismen u. Linsen in mit Rauch erfüllten Glaskästen einschließt u. directes Sonnenlicht anwendet - durch successive Veränderung der Umstände im Experiment u. durch Verfahrung des Schülers in Constructionsaufgaben, gehen die betreffenden Lehrsätze in das Gefühl über.

Selbstleuchtende u. beleuchtete Körper. Geradlinige Fortpflanzung. Dunkle Kammer.

Reflexion, Spiegel.

Brechung. Brechungsgesetz constructiv.

Prismen u. Linsen constructiv.

Die Erscheinungen an sphärischen brechenden Flächen lassen sich einfacher u. zutreffender elementarer darstellen, als dies gewöhnlich geschieht. Folgende Reihe von Sätzen skizziert diese Darstellung.

Bei sehr kleinen Winkeln gehen Sinuse u. Bögen einander proportional. Bei sehr kleinen Einfallswinkeln entspricht also dem doppelten, dreifachen Einfallswinkel auch der doppelte, dreifache Brechungswinkel, also auch die doppelte, dreifache Ablenkung - es hat nun keine Schwierigkeit, zu zeigen, daß Strahlenbündel von kleiner Öffnung nach der Brechung an einer sphärischen Fläche od. Linse (die man als ein System von unendlich vielen Prismen betrachten kann) homocentrisch bleiben.

Fundamentalpunkte der Linse. Zusammenhang von Bild u. Objekt.

Gleichgerichteter Lauf bei Linsen, ungleichgerichteter Lauf bei Spiegeln.

Sphärische Abweichung. Dispersion. Auge. Mikroskop - einfachste optische Instrumente.

(Wärmestrahlen)

Magnetismus.

Fundamentalerscheinungen. Erdmagnetismus.

Elektricität.

Fundamentalerscheinungen.

Es kann gleich hier bemerkt werden, daß bei der Demonstration der Fundamentalerscheinungen ein verwirrender Aufwand von Apparaten zu vermeiden ist. Alles läßt sich an ~~x~~ zwei Elektroskopen vorzüglich demonstrieren. (Leitung, Influenz). Ist das nun

Elektroskop so eingerichtet, daß es in ein Gefäß mit Wasser versenkt werden kann, so kann es auch zum Nachweis der Oberflächensitze dienen.
Leydener Flasche. Elektrisiermaschine. Wirkungen des Entladungsschlages.
Galvanische Kette u. Stromwirkungen. Fundamentalgesetze zur Erklärung derselben.
Leiter erster u. zweiter Ordnung.

## Oberklassen.

### 1.

Die Auswahl u. Anwendung des Stoffes in den Oberklassen wird nun etwas freier sein können. Es handelt sich hier nicht mehr um die erste Grundlegung, welche die größte Vorsicht fordert, sondern um weitere Ausführung. Es wird also genügen, den allgemeinen Bemerkungen einige auf Details bezügliche Ergänzungen hinzuzufügen.

### 2.

Mechanik (Statik). Es ist zweckmäßig die Statik vor der Dynamik zu behandeln. Die Archimedische Betrachtung des Hebels, die Stevinsche Kette, das Princip der virtuellen Geschwindigkeit (in seiner einfachsten Galilei-Torricellischen Form) können hier Aufnahme finden, u. man kann zeigen, daß sich von jedem dieser Gesichtspunkte aus die wichtigsten Aufgaben der Statik erledigen lassen. Das Princip des Kräftenparallelogramms würde zweckmäßig erst nach Besprechung der ersten dynamischen Sätze eingeführt, weil es nur auf diese Weise sich ungezwungen ergibt u. fast von selbst demonstrirt.

Die Lehren der Statik können mit dem Princip der virtuellen Geschwindigkeit in der allgemeinen Fassung beschlossen werden. Der Begriff „Arbeit" ergibt sich hier schon ganz ungezwungen, u. ebenso leicht kann man nun bemerklich machen, daß der Fall des stabilen od. labilen Gleichgewichtes zu einem Maximum od. Minimum geleisteter Arbeit entspricht. Es geschieht nichts, es besteht Gleichgewicht, wenn die vorhandenen Kräfte eben nichts verrichten können. Die schweren Körper, deren Schwerpunktstiefe im Fall des stabilen Gleichgewichts ein Maximum ist (Kettenlinie), die Flüssigkeiten, welche in Folge der Molekularkräfte ein Minimum von Oberfläche annehmen (Kugel), bieten zweckmäßige Beispiele. Solche weiter tragende, allgemeinere Bemerkungen, welche nahe genug liegen u. den Blick mächtig erweitern, werden gewiß sehr befriedigen u. als Lohn der Arbeit des Lernens erscheinen, welches sonst nur eine Plage ohne Frucht ist, wenn das Beste verschwiegen wird. Nur wenn der Unterricht in Physik bis zu der hier bezeichneten Stufe geführt wird, wird er als ein Hebel der allgemeinen Bildung gelten können.

(Dynamik). Definitionen betreffend die gleichförmige Bewegung. Galilei's Annahme der Proportionalität zwischen Fallraum u. Endgeschwindigkeit hat sich als unhaltbar gezeigt, während seine zweite Annahme der Proportionalität von Fallzeit u. Endgeschwindigkeit sich mittelbar durch das Experiment bestätigt hat. Man stelle eine kleine Tabelle der Fallzeiten, Endgeschwindigkeiten u. Fallräume zusammen. Man sieht aus derselben die Proportionalität zwischen Zeit u. Geschwindigkeit, zwischen $(\text{Zeit})^2$ u. Fallraum, zwischen $(\text{Geschwindigkeit})^2$ u. Fallraum.

Hier wird man zur Definition der Beschleunigung geführt. Man bemerkt auch, daß die doppelte Anfangsgeschwindigkeit die doppelte Aufsteigezeit, aber den vierfachen Aufsteigeraum beim verticalen Wurf mit sich bringt.

Bewegungs- u. Kräftenparallelogramm, Wurf, schwingende Bewegung, Pendel schließen sich hier an.

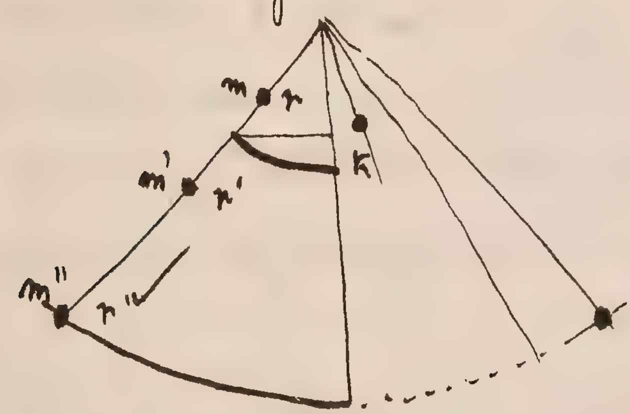
Die Unabhängigkeit der Pendelschwingungsdauer von der materiellen Beschaffenheit u. dem Gewicht, die Abhängigkeit von dem Orte auf der Erde (von g) führt zur klaren Trennung von Masse u. Gewicht. ! sehr wichtig!

Ist dieser Punkt erledigt, so hat die obige Tabelle die Begriffe Arbeit (von anderer Seite), lebendige Kraft, Bewegungsgröße hinreichend vorbereitet. Dieselben Betrachtungen werden nun auf alle bewegungsbestimmenden Umstände (Kräfte) der Natur erweitert. Diese Umstände sind aber nicht Lagen oder Geschwindigkeiten bestimmende, sondern erfahrungsgemäß Beschleunigungen bestimmende. Hiermit verschwindet die wesentliche Unklarheit der Mechanik eines Körpers.

Übergeht man nun zur Mechanik mehrerer mit einander in Wechselwirkung stehender Körper (u. das muß geschehen, wenn der Schüler einen freieren Blick gewinnen soll), so ist ein neues Princip notwendig, welches sich eben auf diese Wechselwirkung bezieht. Newton findet dasselbe in dem Satze der Gleichheit von Wirkung u. Gegenwirkung, welchen er durch Experimente begründet u. durch die absurden Folgerungen, die bei Nichtannahme dieses Satzes sich ergeben. Die Gesetze des Stoßes, bei welchen die schönen Anwendungen von Huyghens zur Sprache kommen können, bieten die beste Anwendung u. Erläuterung des Princips. Es ist gewiß nicht zweckdienlich, wenn hiebei, wie es meist geschieht, das Princip stillschweigend als selbstverständlich benützt wird. Dadurch wird es gewiß nicht besser verstanden.

Huyghens bemerkt übrigens, daß vermöge der erlangten Fallgeschwindigkeiten der Schwerpunkt eines Systems von Massen so hoch steigen kann, als er herabgefallen ist. Nimmt man den Satz nicht an, so muß man auch zugeben, daß die schweren Körper statt abwärts zu sinken, auch von selbst aufwärts steigen können.

Ein einziges gut gewähltes Beispiel wird genügen um das Wesen eines solchen Princips dem Schüler klar zu machen. Das zweckmäßigste Beispiel ist das Problem vom Schwingungsmittelpunkt, an dem sich die wichtigsten Theile der Mechanik eben entwickelt haben. Indem wir die Huyghenssche Behandlung verfolgen u. in eine modernere Form bringen, gestaltet sich dieselbe folgendermaßen:




Wir denken uns die Massen $m$ $m'$ $m''$ in den Abständen vom Drehpunkt $r$ $r'$ $r''$ zu einem linearen Pendel fest verbunden, u. ertheilen demselben eine solche Elongation, daß der Punkt vom Abstande = 1 vom Drehpunkt die Fallhöhe $k$ erhält.
Dann haben die Massen $m$ $m'$ $m''$
die Fallhöhen $kr$ $kr'$ $kr''$ u. der Schwerpunkt des Pendels fällt um $\frac{k \Sigma mr}{\Sigma m}$

In der Gleichgewichtslage angelangt denken wir uns das Pendel in die einzelnen Massen aufgelöst, welche sich also beim Aufsteigen von einander trennen werden, jedoch so, daß der Gesamtschwerpunkt wieder dieselbe Steighöhe erhält.

Hätte nun der Punkt im Abstande = 1 die Geschwindigkeit $v$ erreicht, so würde er die Steighöhe $\frac{v^2}{2g}$ haben. Dann haben aber die Massen $m$ $m'$ $m''$
die Geschwindigkeit $rv$ $r'v$ $r''v$
u. die Steighöhen $\frac{(rv)^2}{2g}$ $\frac{(r'v)^2}{2g}$ $\frac{(r''v)^2}{2g}$

u. der Schwerpunkt hat die Steighöhe $\frac{v^2}{2g}\frac{\Sigma mr^2}{\Sigma m}$

Das Huyghens'sche Princip sagt nun: $k\frac{\Sigma mr}{\Sigma m} = \frac{v^2}{2g}\frac{\Sigma mr^2}{\Sigma m}$

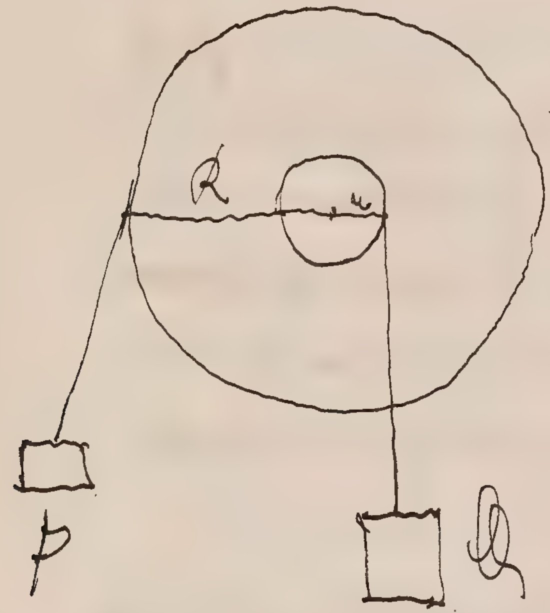
u. durch die Beziehung zwischen k u. v ist eigentlich die Aufgabe schon gelöst.

Es gibt nun ein Pendel von der Länge x, welches mit dem zusammengesetzten Pendel isochron schwingt. Dieses würde also bei der Fallhöhe kx die Geschwindigkeit vx erlangen, u. weil es frei genau dieselbe Bewegung machen würde so ist $kx = \frac{(vx)^2}{2g}$ oder $x = \frac{2gk}{v^2}$ ~~[illegible]~~ also $x = \frac{\Sigma mr^2}{\Sigma mr}$

$kx = \frac{v^2x^2}{2g}$
$2gkx = v^2x^2$
$2gk = \frac{v^2x^2}{x} = v^2x$
daher $x = \frac{2gk}{v^2}$

Bei diesem höchst einfachen Beispiel ergibt sich auf historischem u. ~~[illegible]~~ Wege der Satz der Erhaltung der Arbeit $\Sigma ph = \Sigma \frac{mv^2}{2}$ der Begriff des Trägheitsmomentes u.s.w.

Weitere Beispiele können die Grundsätze geläufig machen.




Ein Wellrad, von dessen Masse wir absehen trägt an dem Radius r die Last Q
" " " R " " P

Gesetzt P sei im Übergewicht u. es trete eine Drehung um den Winkel $\varphi$ ein, so ist die geleistete Arbeit $PR\varphi - Qr\varphi = (PR - Qr)\varphi$

Ist $\alpha$ die erlangte Winkelgeschwindigkeit, so ist die erzeugte lebendige Kraft

$$\frac{P}{g}\cdot\frac{R^2\alpha^2}{2} + \frac{Q}{g}\cdot\frac{r^2\alpha^2}{2} = (PR^2 + Qr^2)\frac{\alpha^2}{2g}$$

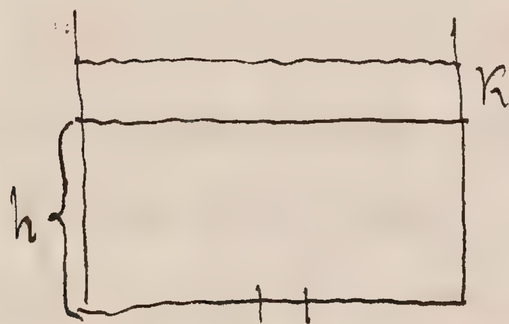
Nach dem Huyghens'schen Princip ist nun $(PR - Qr)\varphi = (PR^2 + Qr^2)\frac{\alpha^2}{2g}$

Bedenkt man nun, dass hier eine gleichförmig beschleunigte Bewegung vorliegt, u. dass also zwischen dem Drehungswinkel $\varphi$, der Winkelgeschwindigkeit $\alpha$, der Winkelbeschleunigung $\psi$ dieselben Relationen bestehen, wie zwischen s, v, g so findet man $\varphi = \frac{\psi t^2}{2}$ u. $\alpha^2 = \psi^2 t^2$ setzend

weil $s = \frac{gt^2}{2}$

$\psi = \frac{PR - Qr}{PR^2 + Qr^2}\cdot g$ womit die Bewegung durch Übergewicht gegeben ist.

Die gewöhnlich etwas subtil behandelten Probleme der Hydrodynamik, wie z.B. das Torricellische Theorem, erfahren durch den Satz der Erhaltung der Arbeit die kürzeste u. einfachste Behandlung.




Fällt der Flüssigkeitsspiegel um die kleine Höhe k. Die geleistete Arbeit ist $Aksh$. Ist nun die Bewegung im Gefässe stets immer gleich, so finden wir die ganze lebendige Kraft an der ausgeflossenen Masse $\frac{Aks}{g}$ u. sie ist $\frac{Aks}{g}\cdot\frac{v^2}{2}$

Die Huyghens'sche Gleichung gibt $Aksh = \frac{Aks}{g}\cdot\frac{v^2}{2}$ oder $v^2 = 2gh$

Man kann zum Schluss dem Schüler klar machen, dass mit Hilfe der vorgelegten Grundsätze jede Aufgabe der Mechanik im Princip gelöst werden kann. Die Massen ertheilen sich von den Entfernungen abhängige Beschleunigungen nach den Richtungen ihrer Verbindungslinien. Für jeden Augenblick sind also die Elemente der gleichförmig beschleunigten Bewegungen der Massen bekannt u. nach Zurücklegung dieser Elemente können sie aufs Neue angegeben werden.

## 3.

Kritik

Dieses Kapitel hat für die Physik eigentlich keine grosse Wichtigkeit, da es meist nur principiell klare Anwendungen bekannter Sätze bietet u. selbst nur zum kleinsten Theil Grundlagen für andere Kapitel liefert. Es könnte immerhin ohne Schaden bedeutend eingeschränkt werden.

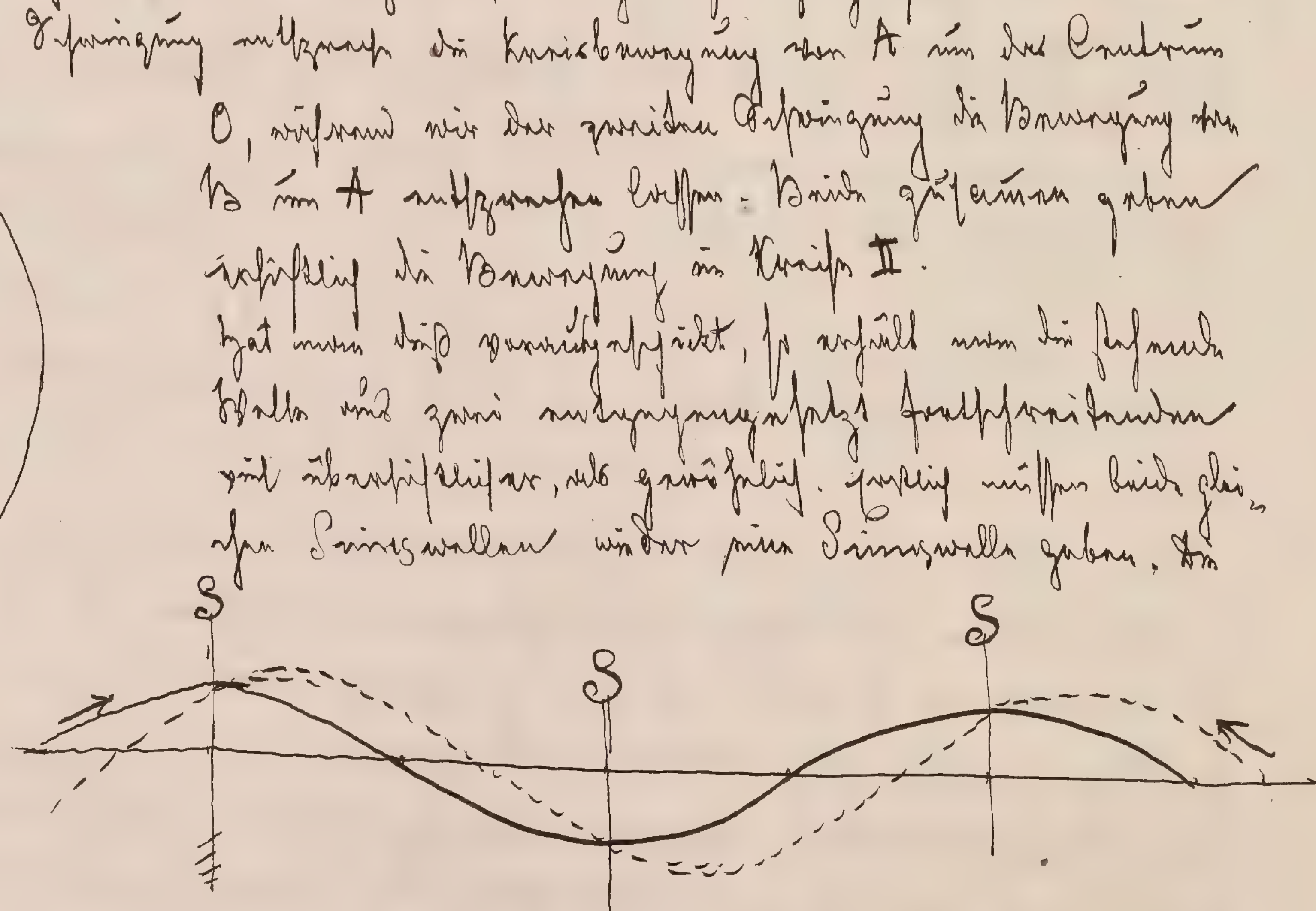
Wichtig wird es aber sein, die verschiedenen Arten der Wellen zusammen vollständig klar zu machen. Bekannt weiß aus Erfahrung, daß dies an den wenigsten Mittelschulen erreicht wird. Dazu genügt auch nicht ein Vorzeigen von Apparaten, denn diese Dinge müssen durch den Verstand begriffen werden. Apparate sollen das zu Begreifende nur veranschaulichen. Formeln genügen ebenfalls nicht, denn sie bleiben zu abstrakt. Die Transversalwellen bieten keine besonderen Schwierigkeiten. Die Longitudinalwellen verursachen aber viel Mühe. Das zweckmäßigste Verfahren dürfte folgendes sein:

Man macht eine horizontale Punktreihe an die Tafel. Denkt man sich dieselben (Streifen) und vertikal an der Tafel herabgezogen, während eine fortschreitende v. stehende Longitudinalwelle dieselben ergreift, so legt das dabei successive entstehende Curvensystem alle Verhältnisse der Welle klar. Ein einziges Curvenlineal aus Pappe geschnitten genügt für alle Fälle. Die successive Entstehung der ganzen Figur ist viel belehrender, als die schablonenhafte Demonstration, welche die Welle bloß vorspiegelt.

Man darf nicht versäumen zu bemerken, daß die gewöhnlichen Zeichnungen der Schichtenschwingungen der Longitudinalwelle bloß symbolisch darstellen, weil diese Darstellung sehr häufig mißverstanden wird. Legt man nämlich die Ordinaten der Transversalwelle, welche die Longitudinalwelle symbolisiert, alle durch Drehung im derselben Sinne in die Abscissenaxe um u. denkt sich die Ordinatenfußpunkte in die Endpunkte verschoben, so erhält man in der That die Ausweichungen der Longitudinalwelle. Ist diese Bedeutung fixiert, so lassen sich alle Verhältnisse der Longitudinalwelle an dem Symbol ableiten.

Die gewöhnlichen Darstellungen der schwingenden Bewegung sind oft unnöthig schwerfällig. Hat man die pendelförmige Schwingung als Abschattung einer gleichförmigen Kreisbewegung auf einen Durchmesser kennen gelernt, so ergibt sich von selbst, daß zwei pendelförmige Schwingungen von gleicher Dauer und Richtung u. beliebigem Phasenunterschied wieder eine pendelförmige Schwingung geben. Der ersten Schwingung entspreche die Kreisbewegung von A um das Centrum O, während wir der zweiten Schwingung die Bewegung von B um A entsprechen lassen. Beide zusammen geben schließlich die Bewegung im Kreise II.

Hat man dies vorausgeschickt, so erhält man die stehende Welle aus zwei entgegengesetzt fortschreitenden viel übersichtlicher, als gewöhnlich. Zunächst müssen beide gleichen Sinuswellen wieder eine Sinuswelle geben. Die




resultierende Welle muß aber in Bezug auf die Linien S, S symmetrisch sein u. weil beide Componenten in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit fortschreiten, auch symmetrisch bleiben. Das ist eine stehende Welle, deren Maxima (respective) Minima an Größe wechseln, aber immer in S, S' liegen.

Die Schallphänomene, namentlich jene, welche der musikalischen Akustik angehören, dürften aber so weit behandelt werden, daß sich im Prinzip das Verständnis der Harmonie u. die Harmonie ergibt, als Resultate der modernen Akustik.

die Theorie der Schallgeschwindigkeit verdient wegen ihres Zusammenhanges mit Wärme- u. Elasticitätsfragen eine eingehendere Behandlung. Die Newton'sche Ableitung, der schwerfälligen synthetischen Form entkleidet, empfiehlt sich am besten für eine elementare Darstellung.

4

Electricität. (Magnetismus).

Die große Ausdehnung u. mangelhafte Ausbildung dieses Kapitels wird es verbieten, zu sehr in Details einzugehen. Eine übersichtliche Behandlung mit starker Betonung der Hauptpunkte wird vorzuziehen sein.

Definitionen den Magnetismus betreffend. Directionskraft, Magnetisches Moment. Fernwirkungsgesetze. Magnetische Bestimmungen.

Elektrische Fundamentalphänomene. Influenz. Mechanisches Maß der Electricitätsmenge. Eine Andeutung über die mechanische Arbeit bei Veränderung der elektrischen Vertheilung, ohne deshalb schon auf den Begriff Potential einzugehen.

– Wirkungen des Entladungsschlages mit Rücksicht auf die dabei geleistete Arbeit.

Übersichtliche Zusammenstellung der Stromwirkungen. Arbeit des Stromes.

Man wird nicht unterlassen dürfen zu bemerken, daß der Zusammenhang aller Naturerscheinungen der mechanischen, chemischen, optischen u. thermischen in dem Kapitel „Electricität" zu Tage tritt. Das Kapitel „Electricität" ist eigentlich nur die Lehre von diesem Zusammenhange u. die Electricität ist nichts, als dieser Zusammenhang.

Allgemeinere (freiere) Betrachtungen über die Erhaltung der Arbeit (Energie), über das Entsprechen von Erscheinung u. Gegenerscheinung wie bei den Seebeck'schen u. Peltier'schen Phänomenen, dem Elektromagnetismus u. der Induction, werden unerläßlich sein, um den Kitt der Details zu bilden.

5.

Wärme. Die Wärmelehre läßt eine ziemlich einfache u. vollständige Darstellung zu.

Das Conventionelle u. Historische in dem Begriff Temperatur muß ganz scharf hervorgehoben werden. Die Begriffe Wärmemenge, specifische Wärme, Schmelzungs- Verdampfungs-Wärme bieten keine Schwierigkeit.

Von dem Verhalten der Gase übergeht man zu den Grundbegriffen der mechanischen Wärmetheorie. Der erste Hauptsatz bietet keine Schwierigkeit. Auch der zweite Hauptsatz in der Carnot'schen oder ersten Clausius'schen Form kann ganz gut aufgenommen werden. Die Dampfmaschine als Beispiel für den ersten u. zweiten Hauptsatz. Sätze über die Verbindungs- u. Verbrennungswärme.

Die einfachsten Sätze aus der Fourier'schen Theorie der Wärmeleitung lassen eine ganz elementare Darstellung zu, u. werden wegen der Analogie zu den Diffusions-, den elektrischen u. hydrodynamischen Erscheinungen sehr aufklärend wirken.

6.

Licht. Es wird sehr zweckmäßig sein die optischen Grunderscheinungen

1. Die geradlinige zeitliche Fortpflanzung
2. Das Reflexions- u. Brechungsgesetz
3. Die Abhängigkeit des Brechungsexponenten von der Farbe
4. Die Periodicität der Lichtstrahlen, wie sie sich am Newton'schen Glase zeigt
5. Die Polarisation (Einseitigkeit) in den einfachsten Fällen

ohne alle Theorie empirisch u. qualitativ vorzuführen. Das Wesen einer wahren Experimentaluntersuchung, die an demselben Objekt immer neue Eigenschaften entdeckt, wird dadurch dem Schüler sehr lebhaft vor

Augen treten. Zugleich wird sich dabei herausstellen, daß die ganze Theorie fast nur darin besteht, daß die Punkte 1, 2, 3, so wie die Erscheinungen der Interferenz und Beugung als specielle Fälle des Punktes 4 aufgefaßt werden (mit Hilfe des Huyghens'schen Princips).

Bei Besprechung der Erscheinungen der Polarisation u. Doppelbrechung wäre eine Vereinfachung zu empfehlen. Es ist durchaus nicht nöthig mit complicierten Erscheinungen am Doppelspath zu beginnen u. dieselben überhaupt zu besprechen. Zwei Prismen aus Quarz oder Doppelspath mit zur brechenden Kante paralleler u. senkrechter Axe genügen zum Nachweis der Existenz zweier zu einander senkrecht polarisirter Lichtwellen von verschiedener Geschwindigkeit in jeder von der Axe verschiedenen Richtung. Dies genügt zur Erklärung der Erscheinungen an axenparallelen Platten, zum Verständnis der Polarisationsfarben, der chromatischen Polarisation u. s. w.

Sollte man Zeit finden zu einer eingehenden Besprechung der Polarisationsfarben so wird eine anschauliche Übersichtstabelle, wie etwa die [illegible] zum klaren Verständnis unerläßlich sein.

## Schlußbemerkung

Obwohl der Vorschlag, da er kein vollständiges Lehrbuch sein kann, selbstverständlich nur fragmentarisch ist, so wird die Tendenz des Ganzen hoffentlich deutlich sein.

Es handelt sich darum, statt einer Reihe von unbedeutenden u. an sich vielleicht sogar gleichgiltigen Sätzen, als Resultate der Physik, vielmehr eine lebensfrische Vorstellung von der Art des Forschens u. von den Zielen der Physik in den Unterricht einzuführen. Bringt man es zu Stande, daß die Jugend den Geist der Physik begreift, so liegt wenig daran, ob darüber manche physikalische Kleinigkeit z. B. diese u. jene technische Anwendung unbeachtet liegen bleibt; sie wird von dem verständigen Schüler beim ersten Anblick begriffen werden. Die dem Unterricht zugemessene Zeit reicht aber freilich nur bei zweckmäßiger Auswahl hinreichend viel Einzelnheiten zu besprechen, um auf Grund derselben einen weiteren Blick zu gewinnen.

Ein solches Ziel muß sich aber die Schule stellen, damit man nicht sagen könne, daß gegenwärtig der strebsame Kaufmann u. Handwerker durch Lectüre guter populärer Schriften leicht mehr von dem Geiste u. der Culturbedeutung der Physik erfährt, als der Studierende in der Schule.

Prag.

E. Mach.

Abgeschrieben u. die Abschrift beendigt Montag den 1. April 1878

Eduard Kulke.

Lieber Freund!

So werden wir es also beide versuchen. Sie als musikal. Physiker. Ich als reiner Musiker.

Gern gestehe ich, dass ich Ihnen das Feld ganz räumen möchte. Allein da einer meiner Freunde dessen Schuldner ich bin, sehr nothwendig Geld braucht, und viel, so muss ich um jeden Preis in kürzester Zeit etwas herauskitzeln (aus Braumüller)

Glücklicherweise sind, wie ich sehe, unsere Ansichten so verschieden, dass wir uns nur wenig Concurrenz machen werden.

Im Übrigen mit vielem Dank und herzlichen Grüssen

Ihr

ergeb. Freund

E. Mach

Kann ich Ihnen mit einer Empfehlung an Teubner dienen?

Lieber Freund!

Es freut mich natürlich sehr, dass meine Vorlesungen Ihnen gefallen und dass Sie dieselben besprechen wollen. Eben so ~~so~~ bin ich mit dem Antrage des Herrn Béliczay ganz einverstanden. Derselbe hat mich sogar auf den vielleicht glücklichen Gedanken gebracht, eine französische Ausgabe zu veranstalten. Für die Franzosen ist das noch ganz neu. Ich will desshalb an Lipart schreiben, weiss aber nicht an welchem Lyceum er gegenwärtig ist. Sie würden mich sehr verbinden wenn Sie dies von Trebitsch erfahren könnten.

Mein Gewissen ist endlich erwacht und ich habe Ihr Manuscript gelesen. Sie haben allerdings in der Popularität einen grossen Fortschritt gegen Helmholtz gemacht. Aber meiner Ansicht nach sollten in einer Darstellung für Musiker alle Rechnungen auf ein Minimum reducirt, wo möglich ganz vermieden werden. Der Musiker rechnet nun einmal g.

2

Lieber Freund!

Es freut mich natürlich sehr, dass meine Vorlesungen Ihnen gefallen und dass Sie dieselben besprechen wollen. Eben so bin ich mit dem Antrage des Herrn Baliczay ganz einverstanden. Derselbe hat mich sogar auf den vielleicht glücklichen Gedanken gebracht, eine französische Ausgabe zu veranstalten. Für die Franzosen ist das noch ganz neu. Ich will deshalb an Lippert schreiben, weiss aber nicht an welchem Lyceum er gegenwärtig ist. Sie würden mich sehr verbinden wenn Sie dies von Trebitsch erfahren könnten.

Mein Gewissen ist endlich erwacht und ich habe Ihr Manuscript gelesen. Sie haben allerdings in der Popularität einen grossen Fortschritt gegen Helmholtz gemacht. Aber meiner Ansicht nach sollten in einer Darstellung für Musiker alle Rechnungen auf ein Minimum reducirt, wo möglich ganz vermieden werden. Der Musiker betrachtet nun einmal [illegible]

nicht ausser wenn es sich um Lections
honorar handelt. Die einzigen Ansprüche
die man an den Musiker machen kann sind
die an das Ohr. Es ist wohl ein schweres
Stück Arbeit aber ich glaube durchführ
bar.

Die <u>Helmholtz'sche</u> Theorie kann nur auf
einem Wege bei den Musikern Eingang fin
den. Wenn man ihnen das was an ihr
praktisch verwerthbar ist als ~~x~~ eine
<u>Reihe sinnlich wahrnehmbarer Thatsachen</u>
und daraus folgender em<u>pirischer Gesetze</u>
ganz ohne physikalischen Ballast bietet.
Physik werden die Musiker erst dann studi
ren, wenn die Helmh. Th. bereits in
die Praxis gedrungen ist und ihnen
über den Kopf wächst. Es war immer
und überall so.

Ich möchte also so anfangen:

I. Tonhöhe, Tonstärke, Klangfarbe

II. Man kann die Töne auch dann noch einzeln unterscheiden und angeben, wenn mehrere gleichzeitig erklingen. Übungen am Clavier und an d. Physharmonica

III. In jedem Klang unterscheidet man bei hinreichender Übung die Partialtöne. Welche sind diese? – Von Schwingungszahlen spreche ich gar nicht.

IV. Wann entstehen Combinationstöne.
Ganz empirisch.

V. Wann entstehen Schwebungen.

---

Nun würde die Accordlehre folgen auf ganz empirischen Grundlagen.

Allein das Capitel von der temperirten Stimmung wird ohne Rechnung nicht wohl durchführbar sein.

Vielleicht wollen Sie die Arbeit mit mir machen. Ich glaube dass es mir zum Theil gelungen ist den Stein des Anstosses für den Musiker zu umgehen.

Kennen Sie nicht einen Musiker Dr Koch in Wien? Derselbe hat der Akademie eine ganz prächtige Abhandlung "Reform d. Tonlehre" eingereicht.

In Erwartung Ihrer baldigen Antwort
wie immer Ihr

ergebener Freund
E Mach

Graz 26t Nov 1865

3

Lieber Freund!

Zunächst zu den Geschäften. Für Physik sind Matzka und ich Examinatoren. Ich bitte Herrn Epstein zu sagen, er möge sich vielleicht brieflich an Matzka wenden und ihn um seine Wünsche und Schmerzen befragen. Mit mir wird er sich jedenfalls vertragen. Ich halte es für eine Eselei von einem Dr. phil. Allwissenheit in vier Fächern zu fordern. Ich fordere aus meinem Fache nichts was der Candidat nicht ohnehin wüsste, wenn er ein gebildeter Mensch ist. – Übrigens ist man bei phil. Rigorosen so sehr gewöhnt auf eine umfassende Unwissenheit zu stossen, dass jeder der nur etwas studirt nothwendig schon glänzen muss.

Tappert's "musikalische Studien" besitze ich. Sie machen mir Rechts Aufsehen. – Er hat wirklich Ihre Idee ausgeführt und ich kann Sie nicht einmal bedauern, denn es geschieht Ihnen ganz recht. Warum lassen Sie immer gerade das beste was Sie haben un benützt liegen.

Im Übrigen freut es mich sehr, dass Sie sich wohl befinden und noch meiner erinnern. Mir gefällt es in Prag gar nicht
"möcht' aufrichtig schon wieder fort."
Vielleicht kommen die Zeiten meinen Wünsche bald nach.
Nun leben Sie recht wohl und schreiben Sie doch zuweilen

Ihrem

aufr. Fr.

E Mach

Prag 15t Febr 1868

79 8

4

305.72

Liebster Freund!

Ihr Schreiben hat mich sehr erfreut, ebenso, dass Sie meine Ihnen übersandten Kleinigkeiten anregend gefunden haben. Von der "Erhaltung der Arbeit" habe ich keine Exemplare mehr. Doch besitzt Popper, Kettlinger und Pisko das Schriftchen, welches übrigens sehr speciell physikalisch ist und Sie wohl kaum weiter interessiren wird.

Was Ihre Bemerkung über Quantitäten und Accente betrifft, so glaube ich, dass die Thatsache doch noch einer weitern Erklärung bedarf. Wie komt es eben, dass wir das gar nicht hören, was die Griechen gehört haben und z. B. die Slaven noch hören? Liegt das an der blossen Aufmerksamkeit?

Nehmen Sie doch wieder Ihre musikalischen Studien vor. Eine Entwicklungsgeschichte der Melodie, der Harmonie, des Rhythmus, wie interessant müsste sie sein! Mir komt imer vor, dass in der Kunst dasselbe Gesetz herrscht wie in der Mode. Eine neue Hutmode muss Neues, Auffallendes, Pikantes bieten; sie muss sich aber doch so an das

Alte und Gewohnte ausschliessen, dass alle
Formen leicht und sicher aufgefasst werden.
Ist es bei einem Kunstwerk das gefallen
soll nicht auch so?

Oft erzähle ich meiner Frau, wie schön
es wäre, wenn wir in Wien sein und
mit einigen Familien wie die Ihrige
verkehren könnten. Was macht Ihr
Moses?

Indem ich Sie bitte mich Ihrer Frau Ge-
mahlin bestens zu empfehlen verbleibe
ich Sie herzlich grüssend

Ihr

Prag 30t Mai 1872

aufr. Fr

E Mach

5 22 10 72

Lieber Freund!

Es ist mir jetzt klarer, was Sie mit dem Genius der Sprache meinten. Sie müssen mich entschuldigen, ich habe eben ~~vor~~ gegen alles was an Engel und Weihrauch erinnert ein starkes Vorurtheil.

Ich glaube sehr gerne, dass in einer Sprache die Längen Zeichen des Gedankens sind oder wenigstens waren, in einer andern nicht. So sind ja auch feine Vocalnüancen für einen Stamm conventionell Zeichen, die ein anderer Stamm gar nicht beachtet. In der That, wenn ein Volk durch ganz andere Lautcomplexe dieselbe Sache bezeichnet wie ein anderes, warum sollte nicht das eine auf Längen das andere auf Accente achten.

Es scheint also, dass das, was man ~~zu~~ dem Herkommen nach zu beachten gewöhnt ist, was also weil es beachtet wird eben empfunden wird, im Vers die Rolle spielt.

Wie die eine Sprache zu den Längen, die andere zu den Accenten kommt, ist für sich eine historische Frage, die anderswo gelöst werden kann.

5 22 1072

Lieber Freund!

Es ist mir jetzt klarer, was Sie mit dem Genius der Sprache meinten. Sie müssen mich entschuldigen, ich habe eben ~~vor~~ gegen alles was an Engel und Weihrauch erinnert ein starkes Vorurtheil.

Ich glaube sehr gerne, dass in einer Sprache die Längen Zeichen des Gedankens wird oder wenigstens waren, in einer andern nicht. So sind ja auch feine Vocalnüancen für einen Stamm conventionell Zeichen, die ein anderer Stamm gar nicht beachtet. In der That, wenn ein Volk durch ganz andere Lautcomplexe dieselbe Sache bezeichnet wie ein anderes, warum sollte nicht das eine auf Längen das andere auf Accente achten.

Es scheint also, dass das, was man ~~zu~~ dem Herkommen nach zu beachten gewöhnt ist, was also weil es beachtet wird eben empfunden wird, im Vers die Rolle spielt.

Wie die eine Sprache zu den Längen, die andere zu den Accenten kommt, ist für sich eine historische Frage, die anderswo gelöst werden kann.

Wie merkwürdig steht doch das ästhetische Behagen an einem Kunstwerke auf einer Schneide. Was man findet darf nicht zu verschieden sein von dem was man erwartet und doch will man eine <u>angenehme</u> <u>kleine</u> Enttäuschung erleben. Warum verlangt man die Variation? Um die Aufmerksamkeit zu fesseln? Man will leicht und bequem Fassbares, aus dem Alten Hervorgewachsenes und doch Neues.

Wenn Sie Tappert lesen, so schreiben Sie mir doch einige Bemerkungen über Melodieentwicklung. Vielleicht macht mir das die Sache klarer.

Gestern Abends war Popper bei uns. Wir haben uns sehr gefreut. Er hat mir einige kleine Aufsätze mitgetheilt die mir sehr gefallen haben.

Mit den besten Empfehlungen an Ihre Frau und Mama Burschel, so wie mit den herzlichsten Grüssen

Ihr

E Mach

Prag 22 Oct 1872

Was macht Moses?

6

Hochverehrter Freund!

Ich habe an Sie eine grosse Bitte.
Haben Sie so viel Zeit, um einen guten
Orgelbauer in Wien aufzusuchen und
zu fragen, was ein guter Orgelblasebalg
mit dem man eine 8füssige Pfeife
ansprechen kann kostet und ob ich ei
nen solchen Balg nebst Pfeife bald be
kommen könnte?
Man kann in Prag gar nichts derartiges
erhalten und ich brauche es sehr
nothwendig.
Mit vielen herzlichen Grüssen, hoffend
dass Ihnen meine Bitte nicht lästig
sein wird

Ihr

aufr. Fr

Prag 15t Febr 1873

E Mach

7

Hochverehrter Freund!

Mit vielem Dank bestätige ich den Empfang Ihrer freundlichen Zeilen. Natürlich bin ich durch die Übersendung der Addresse ganz zufrieden gestellt und darf Sie nicht weiter in Anspruch nehmen.

Ich werde mir also erlauben, so weit es möglich ist, mit dem Orgelbauer selbst zu unterhandeln.

Sehr freue ich mich auf Ihre in Aussicht gestellten Schriften.

Nochmals mit vielem Dank und herzlichen Grüssen an Sie und die Ihrigen

Ihr

aufr Fr

Prag 28 Febr 1873

E. Mach

8

Hochverehrter Freund!

Meinen herzlichsten Dank für Ihren Don Perez. Ich habe das Stück wiederholt mit vielem Vergnügen gelesen. Ebenso meine Frau.

Was soll ich Ihnen aber bei meinem in dieser Richtung so ganz ungeübten Urtheil darüber sagen? Ich sehe das Drama ist anders concipirt als man das gewöhnt ist. Es geht eine eigenthümliche Ruhe durch das Ganze. — Wollten Sie mir nicht lieber selbst einige Zeilen darüber schreiben? Mir wäre einige Belehrung sehr angenehm. — Ich freue mich sehr auf den Moser.

Für Ihre Vermittlung mit dem Orgelbauer bin ich Ihnen sehr dankbar. Ich hoffe nun doch etwas Brauchbares zu bekommen. Unter Kreuzband erhalten Sie zwei kleine Abhandlungen.

Mit vielen herzlichen Grüssen an Sie und die Ihrigen

Ihr

aufr. Fr

E Mach

Prag 23t März 1873

1

Hochgeehrter Freund!

Ihre Auseinandersetzung hat mich sehr befriedigt und hat mir vieles aufgeklärt. Dass ein Kunstwerk sich selbst erklären soll ist richtig – aber für die Kunstverständigen.

So wenig man jedermann zumuthen kann eine neue wissenschaftliche Betrachtungsweise sofort in ihrer ganzen Bedeutung zu erkennen, so wenig kann jedermann sofort auf neuen Bahnen in der Kunst folgen.

Mir erscheint in Ihrem Drama ein Fortschritt, dass Sie sich mehr an das Wirkliche gehalten haben, dass Sie Poetisches und Dramatisches in wirklichen Verhältnissen aufzeigen. Somit erscheint mir die "Ruhe", so wie dass Poriz zu Anfang noch kein Held ist, eher als ein Vorzug, wie als ein Tadel. Mir ist die Aufregung, die durch Grillparzers Stücke vom Anfang bis zum Ende geht unangenehm. Dagegen gebe ich gerne zu, dass man in manchen Momenten Ihres Stücks mehr Lei-

Hochgeehrter Freund!

Ihre Auseinandersetzung hat mich sehr befriedigt und hat mir vieles aufgeklärt. Dass ein Kunstwerk sich selbst erklären soll ist richtig – aber für die Kunstverständigen.

So wenig man jedermann zumuthen kann eine neue wissenschaftliche Betrachtungsweise sofort in ihrer ganzen Bedeutung zu erkennen, so wenig kann jedermann sofort auf neuen Bahnen in der Kunst folgen.

Mir scheint in Ihrem Drama ein Fortschritt, dass Sie sich mehr an das Wirkliche gehalten haben, dass Sie Poëtisches und Dramatisches in wirklichen Verhältnissen aufzeigen. So mir erscheint mir die "Ruhe", so wie dass Perez zu Anfang noch kein Held ist, eher als ein Vorzug, wie als ein Tadel. Mir ist die Aufregung, die durch Grillparzers Stücke vom Anfang bis zum Ende geht unangenehm. Dagegen gebe ich gerne zu, dass man in manchen Momenten Ihres Stückes mehr Lei-

denschaft wünscht.

Die Widmung Ihres Moses (II) nehme ich natürlich mit grosser Freude an, jedoch unter dem Vorbehalte, dass Sie dieselbe zurücknehmen, falls Sie einen Würdigern finden.

Es scheint mir, dass sich die Poesie desto mehr der Darstellung des Wirklichen nähern kann, je mehr der Mensch fähig wird das Schöne im Wirklichen, vermöge seines durch die Cultur entwickelten Urtheils zu fassen. Die ägyptische Malerei mit ihren derben übertriebenen Farben mit ihrer plumpen Abstraction und Schematisirung, gegen die moderne Malerei gehalten, gibt vielleicht ein gutes Beispiel.

Leben Sie recht wohl und schreiben Sie bald wieder, Ihrem mit Decanatsgeschäften überhäuften

aufr. Ihr

Prag 17 März 1873 E Mach

Hochverehrter Freund!

Meinen herzlichsten Dank für Ihre liebe Zusendung, welche leider so mit dem Semesterschluss und meinen sich häufenden Decanatsgeschäften zusammentrifft, dass ich erst nach einigen Tagen zur ruhigen Lectüre kommen werde. Ich verspreche Ihnen mich diesmal für einen Kunstkenner halten zu wollen und werde mich ganz frei aussprechen auf die Gefahr hin, dass Sie mich auslachen.

Dass ich zu Pfingsten nicht in Wien war liegt an einem einfachen Umstande. Wir erwarteten kurz vor Pfingsten Familienzuwachs; haben aber erst nach Pfingsten eine Tochter bekommen, ein grosses hässliches Mädel, eine echte Professorentochter, der wohl nichts übrig bleiben wird, als ein Blaustrumpf zu werden.

Erst nach Semesterschluss werde ich nach Wien kommen können. Bis dahin mit den herzlichsten Grüssen an Sie und die Ihrigen

Ihr aufr. Fr.
E Mach

Prag 4t Juli 1873

11

Lieber Freund!

Am 27t Juli war ich in Wien, musste aber nach einigen Stunden wegen Unwohlsein meines Kindes wieder fort. Ich habe die Ausstellung natürlich nur sehr flüchtig gesehen und die Versammlung meiner Freunde die mir eigentlich das Liebste gewesen wäre, wurde mir ganz unmöglich.

Decanatsgeschäfte und allerlei Zufälle in meiner Familie sind die Ursache warum ich erst jetzt über ihren Korah schreibe, obgleich ich ihn längst wiederholt gelesen.

Das Ganze hat auf mich einen grossen und angenehmen Eindruck gemacht, doch scheint es mir wieder mehr psychologisch als dramatisch. Korah und Korah's Weib, letztere besonders sind beide sehr grosse Figuren.

11

Lieber Freund!

Am 27t Juli war ich in Wien, musste aber nach einigen Stunden wegen Unwohlsein meines Kindes wieder fort. Ich habe die Ausstellung natürlich nur sehr flüchtig gesehen und die Versammlung meiner Freunde die mir eigentlich das Liebste gewesen wäre, wurde mir gänzlich unmöglich.

Decanatsgeschäfte und allerlei Zufälle in meiner Familie sind die Ursache warum ich erst jetzt über ihren Korah schreibe, obgleich ich ihn längst wiederholt gelesen.

Das Ganze hat auf mich einen grossen und angenehmen Eindruck gemacht, doch scheint es mir wieder mehr psychologisch als dramatisch. Korah und Korah's Weib, letztere besonders sind beide sehr grosse Figuren.

Der Kampf zwischen dem Mann der That und der Zeit einerseits — dem Theoretiker andererseits scheint mir sehr gut dargestellt. Das Ende aber, Korah's Ende, dürfte für den Beschauer nicht genug motivirt sein. Ein Misslingen wird einer dramatischen Natur wohl kaum genug sein, um gleich das Leben aufzugeben.
Dem Perez gegenüber ist Korah gewiss ungemein mehr dramatisch.
Eine Nebensache, die mich aber sehr genirt hat sind die vielen Wunder. Dürften die Wunder, welche der Sage angehören hinter den Coulissen vorgehn? Kann das Volk den Mann, der in seiner Mitte ~~lebt~~ lebt als einen Gottgesandten betrachten? Mir scheint es als ob im Drama alles mit einfachen und natürlichen

Dingen zugehn müsste. Der Glaube an die biblischen Wunder muss sich wohl erst lange nach Moses entwickelt haben?

Wollen Sie mich darüber aufklären? Überhaupt wie kamen die Juden nach Aegypten? Wie aus Aegypten? So doch wohl nicht wie es die Bibel sagt. Was weiss man darüber.

Wenn Sie finden, dass mir das Verständniss fehlt, so sagen Sie mir gerade heraus. Ich nehme es gewiss nicht übel und nehme die Belehrung gerne an.

Ich bin gegenwärtig aus Gesundheitsrücksichten mit meiner Familie in Grosspriessen bei Nestersitz in Böhmen.

In Erwartung Ihrer freundlichen Antwort mit vielen herzlichen Grüssen an Sie und die Ihrigen

Ihr

Grosspriessen 5t August 1873 aufr. Dr

Mach

2

Hochverehrter Freund!

Im Princip theile ich Ihren Standpunkt.

1. Konrad hat Recht, wenn er den Tod sucht. Dies wird klar, wenn man darüber nachdenkt. Aber sollte man die Grösse seines Kampfes und die Schwere seiner Niederlage nicht <u>mehr fühlen</u>?

2. Über die Wunder denke ich auch nicht so sehr verschieden von Ihnen. Der Glaube an Wunder existirt, er ist ein Factor in der Geschichte. Doch hätte ich gegen die Art wie er in Ihrem Werk verwendet wird noch manches einzuwenden:

An ein Wunder glauben, heisst an einen <u>andern Zusammenhang</u> der Dinge glauben als derjenige ist, den ein reiferer Standpunkt kennen lehrt. In gewöhnlichen Dingen sehn wir keine Wunder, weil wir deren Zusammenhang zu gut kennen, weil er zu nahe liegt, oder weil wir uns gar nicht um denselben kümmern.

[illegible]

Hochverehrter Freund!

Im Princip theile ich Ihren Standpunkt.

1. Korah hat Recht, wenn er den Tod sucht. Dies wird klar, wenn man darüber nachdenkt. Aber sollte man die Grösse seines Kampfes und die Schwere seiner Niederlage nicht <u>mehr fühlen</u>?

2. Über die Wunder denke ich auch nicht so sehr verschieden von Ihnen. Der Glaube an Wunder existirt, er ist ein Factor in der Geschichte. Doch hätte ich gegen die Art wie er in Ihrem Werk verwendet wird noch manches einzuwenden.

An ein Wunder glauben, heisst an einen <u>andern Zusammenhang</u> der Dinge glauben als derjenige ist, den ein reiferer Standpunkt kennen lehrt. In gewöhnlichen Dingen sehen wir keine Wunder, weil wir deren Zusammenhang zu gut kennen, weil er zu nahe liegt, oder weil wir uns gar nicht um denselben kümmern.

Der Wunderglaube wird sich ~~an~~ also
an ausserordentliche, neue, un-
gewöhnliche Erscheinungen knüp-
fen müssen. Aber auch da wird
er sowohl in einem Individuum
als auch in einem Volke stets mit
der Stimme der gesunden Erfahrung,
welche eben nur eine andere richtigere
Auffassung derselben Erscheinungen
ist, im Kampfe liegen. Es gibt
eben in einem Individuum und in
einem Volke mehrere Standpunkte
zugleich. Diese kritische Stimme, wel-
che in Wirklichkeit immer vorhanden
ist, wenn ~~sie~~ sie auch oft unterliegt,
scheint mir im Koran ausser im
Anfang S. 8. überall zu fehlen.

Treten ausserordentliche Erscheinungen
auf, welche zu Wunderglauben An-
lass geben können, so sollte glaube
ich, diese kritische Stimme sich
bemerkbar machen, wenn sie auch un-
terliegt, weil der dümmere Theil des
Volkes der grössere ist. Dies würde
auch den Standpunkt des Autors
wahren.

Form. Ausserordentliche Ereignisse
sind eben ausserordentlich. Ist es <u>wahr
scheinlich</u> dass sie gehäuft auftreten,
dass die Umstände überall so klappen
dass der Wunderglaube reiche Aus-
beute findet?

Warum müssen die Wachteln gerade
kommen nachdem Moses Fleisch ver
sprochen hat? Warum muss die
Erde sich gerade zur rechten Zeit
und am rechten Orte öffnen, um
"Korah" zu verschlingen?

Ist es wahrscheinlich dass so was
wirklich vorgeht, wenn auch die
Vorgänge natürlich und der Wunder
glaube der bloss Rahmen?

Mir scheint: Ausserordentliche Erschei
nungen, Feuersbrünste, Epide
mien etc. <u>können den Wunder
glauben erzeugen, der sich dann ande
rer Objekte auch gerne bemächtigt.</u>

Dieser Wunderglaube wird aber in
der Gegenwart und in der nächsten
Umgebung, weil die Umstände nicht
klappen und die Kritik sich geltend
macht, immer nur ein sehr beschränk
tes Feld haben. Er wird sich an das
Ferne, an das Erzählte an das Histo-

nicht halten, wo ~~er~~ die Phantasie ~~die Umstände~~, das Gemüth, die Um-
stände modificiren kann.

Wie wäre es nun wenn man ein ausserordent-
liches Ereigniss von Augenzeugen
erzählen liesse, dann durch den
Mund des Volkes in rascher Vergrö-
ßerung wandern liesse, bis endlich
die Macht des Aberglaubens ~~das~~
die Masse des Volkes fortreisst.
Würde die Natürlichkeit und Macht
der Darstellung nicht dadurch gewin-
nen. Das aber nur einmal etwa
am Schlusse. Denn Anlasse zum Wun-
derglauben in der Gegenwart sind
selten. Gegen erzählte vor langer
Zeit stattgehabte Wunder im
Munde des Volkes habe ich gar nichts.

Existirt der Wunderglaube einmal, so
heftet er sich als ~~Aberg~~ Aberglaube gern
an Alles. Diesen Aberglauben, der
sich in allen nicht controllirbaren
Gebieten halten kann und auch hält,
möchte ich sehr von dem Wunderglau-
ben, der sich an ausserordentliche Er-
scheinungen heftet unterscheiden.

Hieher gehört Ihr Beispiel von der Taufe. Hexereien aller Art und Sympathiemittel gehören auch hieher. Dieser Aberglaube dürfte in der Geschichte keine grosse Bedeutung haben. Er denkt an Wirkungen die man nicht beweisen und auch nicht wiederlegen kann, er geräth mit der Kritik nicht in Kampf. Es ist sogar für die Praxis ziemlich einerlei ob man ihn hat oder nicht. Er wird meist, weil er sich eben auf nicht Fassbares beschränkt, nicht sehr ernst genommen. Denn derselbe Mann der sein Kind taufen oder seine Kuh enthexen lässt, lacht vielleicht über den Pfarrer und seine Funktion, oder ~~über~~ über die Hexe am nächsten Sonntag beim Glase Wein. Dieser Aberglaube wird oft mehr durch Gewohnheit als durch Überzeugung gehalten. Ich glaube auch dass Tylor diesen Aberglauben ungeheuer zu überschätzt. Gedanken über nicht Fassbares und Gedanken im Traum haben keine praktische Bedeutung.

Nun verehrter Freund! nehmen
Sie mir die Art meiner Ausein
andersetzung nicht übel. Ich
theile Ihren theoretischen Stand
punkt vollkommen, bin aber mit
der Art wie Sie das Wunder, oder
wenn Sie wollen den Wunderglau
ben verwenden nicht ganz einver
standen. Ihre Wunder sind mir
— das Feuer im Lager abgerechnet
und vielleicht den Aussatz — eben
so viele Steine des Anstosses in
dem sonst wunderschönen Korah.

Ich erinnere mich bei dieser Gelegenheit an
den unangenehmen Eindruck, den
mir das <u>wirklich ausgesprochene Zau</u>
berwort im Goethe'schen Zauberlehr
ling gemacht hat. Dieses Wort darf
der Leser nicht erfahren, damit er des
sen Nichtigkeit nicht fühlt. Dies
ausgesprochene Wort ruinirt für
mich den ganzen Zauberlehrling.

Viele Grüsse ~~zu~~ von allen an alle

Ihr

Grosspriesen 12. August 1873 aufr. Fr.
E Mach

Hochverehrter Freund!

Als ich meinen ersten Brief über den "Korah" an Sie schrieb war schon einige Zeit seit der Lectüre verflossen. Ich habe nun nach Ihrer Auseinandersetzung den Korah wieder gelesen und es ist mir dabei mehreres aufgefallen, was zu Ihrer Exposition passt, mehreres auch was nicht dazu zu passen scheint.

Die Stimme d. Kritik, die mir schwach vertreten schien, ist ~~an~~ abgesehn von Korah selbst häufiger, als es mir damals vorschwebte, anzutreffen so S. 8, 65, 67, 68

Was aber den Wunderglauben betrifft so scheint er mir nicht nur im Volke sondern auch in den Auserwählten des Volkes vorhanden zu sein.

S 47. erzählt Aaron, dass Gott in der Wolkensäule zu ihm geredet. Ist dies eine Vision? Ist Aaron ein Schwärmer?

S 71 sagt Korah's Weib offenbar als Augenzeugin, "die Wasser standen da wie feste Mauern". Verzeihn Sie dem Naturforscher, wenn er das gerne vermieden sähe.

11 

Hochverehrter Freund!

Als ich meinen ersten Brief über den "Korah" an Sie schrieb war schon einige Zeit seit der Lectüre verflossen. Ich habe nun nach Ihrer Auseinandersetzung den Korah wieder gelesen und es ist mir dabei mehreres aufgefallen, was zu Ihrer Exposition passt, mehreres auch was nicht dazu zu passen scheint.

Die Stimme d. Kritik, die mir schwach vertreten schien, ist ~~zu~~ abgesehn von Korah selbst häufiger, als es mir damals vorschwebte, anzutreffen so S. 8, 65, 67, 68

Was aber den Wunderglauben betrifft so scheint er mir nicht nur im Volk sondern auch in den Auserwählten des Volkes vorhanden zu sein.

S 47. erzählt Aaron, daß Gott in der Wolkensäule zu ihm geredet. Ist dies eine Vision? Ist Aaron ein Schwärmer?

S 71 sagt Korah's Weib offenbar als Augenzeugin, "die Wasser standen da wie feste Mauern". Verzeihn Sie dem Naturforscher, wenn er das gerne vermieden sähe.

tendirt wenn auch nicht das Wirkliche doch das Mögliche darzustellen, we nigstens das moderne Drama. Darum genirt mich das Wunderbare sehr. Komt noch hinzu, dass das Drama einen biblischen Stoff behandelt und Wunder enthält, die uns zu glauben ein mal octroyirt worden sind, so genirt dis noch mehr. Freilich liegt der letz tere Umstand nicht in d Sache sondern im Leser.

Warum genirt mich das Wunder im Faust nicht? Ich glaube 1. weil der Faust nicht an die Geschichte sondern an die Sage anknüpft 2. weil das Wunder im Faust sich theils auf Taschenspielerstücke theils auf jenen auf das Unfassbare Unnachweis bare gerichteten Aberglauben be schränkt.
Dieser Aberglaube, der sich auf das Sinnlich nicht Greifbare richtet, kan auch nicht durch das Sinnlich greifbare bekämpft werden. Die Darwin sche Theorie gibt uns den Aufschluss, warum er sich bis in unsere so verständige Zeit noch so frisch erhalten konnte, dass er uns bei aller Aufklärung in manchen Momen ten noch mächtig ergreifen kan. Er ist ein wirkliches Ding, dessen sich auch das Drama wird ~~nur~~ bedienen können.

Ich habe hier gesagt was ich meine. Ich wiederhole nochmals, dass ich gar nicht beanspruche alles dies zu verstehen oder auch nur gründlich durchdacht zu haben.

Nie habe ich bei mir Talent für aesthetische Kritik wahrgenommen und habe daher aus Oeconomie meiner Arbeitskraft diese Dinge auch nie cultivirt. Wenn ich mich also gegen Sie ausgesprochen habe, so geschieht dies nur auf Ihre directe Aufforderung und nicht ohne Scheu.

Bei alle dem muss ich doch sagen, dass ich für diese Dinge, wenn sie einmal zur Sprache kommen grosses Interesse habe und dass ich Ihre Belehrungen, der Sie so viel darüber nachgedacht, sehr gerne aufnehme.

Mit den herzlichsten Grüssen

Ihr

aufr.

E Mach

Grosspriesen 18 August 1873

Hochverehrter Freund!

Sobald ich wieder in Prag bei meiner Bibliothek war las ich den Mahomet von Voltaire. Ich gebe gerne zu dass das eine unwürdige Intrigue ist, durch welche gar keine Grösse durchschimmert –, obgleich mir die Principien die Voltaire gelegentlich über das Drama ausspricht sehr zusagen:

— il faut être neuf sans être bizarre souvent sublime et toujours naturel, connaître le coeur humain et le faire parler; être grand poète, sans que jamais aucun personnage de la pièce paraisse poète —

Candide. Chap. 22.

Auch aus Goethes "Israel in der Wüste" bin ich nicht klug geworden.

Wenn ich die Personen so auffasse wie Sie in Ihrem letzten Briefe es angegeben haben. Moses als Mann der That mehr Instinkt als Gedanken, Korah mehr

Hochverehrter Freund!

Sobald ich wieder in Prag bei meiner Bibliothek war las ich den Mahomet von Voltaire. Ich gebe gerne zu dass das eine unwürdige Intrigue ist, durch welche gar keine Grösse durchschimmert —, ob gleich mir die Principien die Voltaire gelegentlich über das Drama ausspricht sehr zusagen:

— il faut être neuf sans être bizarre, souvent sublime et toujours naturel, connaître le coeur humain et le faire parler; être grand poëte, sans que jamais aucun personnage de la pièce paraisse poëte —.

Candide. Chap. 22.

Auch aus Southey's "Israël in der Wüste" bin ich nicht klug geworden.

Wenn ich die Personen so auffasse wie Sie in Ihrem letzten Briefe es angegeben haben. Moses als Mann der That mehr Instinkt als Gedanken, Korah mehr

Theorie als praktischen Blick; ... Andern gewöhnliche Menschen mit Neid und Ehrgeiz, so verstehe ich Ihr Stück viel besser wie zuvor und es befriedigt mich auch – abgesehn von der Behandlung des Winders – ausserordentlich. Miss dem Wunder kann ich nun einmal nicht auf gutem Fuss stehn. Das mag immerhin eine Schwäche sein.

Statt zu sehn ob die Personen so wie sie von Ihnen dargestellt werden möglich sind und consequent handeln, habe ich den Fehler gemacht mir von vorneherein ein Bild von den Personen zu machen und Ihr Stück nach diesem Maass zu messen. Das beweist eben, dass aesthetische Kritik eben nicht meine Sache ist.

Aber eine andere Frage hat sich mir bei dieser Gelegenheit aufge

drängt.

Ein Kunstwerk braucht nicht für den gegenwärtigen Culturstandpunkt allein berechnet zu sein. Es kann das auch nicht, weil derselbe ein sehr verschiedener ist.

Welche Weite des Standpunktes bleibt dem Künstler frei oder welche Fähigkeit sich auf einen bestimmten Standpunkt der Cultur und Geschichte zu stellen, darf er von seinem Publikum fordern?

Gibt es hierin keine Grenze? Dann ist eben alles für irgend einen Standpunkt ein Kunstwerk. Gibt es aber ~~keine~~ eine Grenze, wo ist sie zu finden?

Es wird fast wie mit dem Recht sein. Recht ist nur das was factisch anerkannt wird. Vielleicht ist der grosse Künstler der Gegenwart der, der gerade erhaben genug über das Alltägliche ist, um für den höher stehenden Theil der gegenwärtigen und nächsten Generation zu arbeiten.

Wenn Sie nichts Besseres zu thun haben, so klären Sie mich darüber auf.

Mit den herzlichsten Grüssen

Ihr

aufr.

E Mach

Prag 30t Sept 1873
Obstmarkt № 62 III Stock

Hochverehrter Freund!

Ich habe selbst gar keine Verbindung mit dem Theater, ausser durch meinen Schüler Dr. Kessel, der aber gegenwärtig für einige Wochen verreist ist. Senden Sie mir aber einige Exemplare vom Konrad. Es wird nicht gar so schwer sein der Direction beizukommen.

Was Sie über Religionsstiftung sagen scheint mir ganz richtig.

Nächstens mehr.

Herzliche Grüsse von

Ihrem

Prag 11 Oct. 1873

aufr. Fr.

E Mach

1

Hochverehrter Freund!

Nachdem ich Ihren Wunsch, Korah in Prag zur Aufführung zu bringen erfahren, erkundigte ich mich nach den Verhältnissen des Theaters, was bei meinem gänzlichen Mangel an Verbindungen in dieser Richtung erst nach einigen Tagen ein Resultat ergab. Hierauf besuchte ich den Regisseur Claar, konnte ihn aber nicht sprechen und schickte ihm daher denselben Tag noch ein Exemplar mit einem ich weiss nicht ob geschickten oder ungeschickten Begleitschreiben und der Bitte die Aufführung zu veranlassen.

Nun dachte ich mit einer weiteren Anfrage doch einige Tage warten zu müssen um die Sache nicht vielleicht durch Aufdringlichkeit zu verderben. Freilich kann es nicht schaden, wenn Sie selbst an ihn geschrieben haben. Ich würde Ihnen ja doch, nach

Hochverehrter Freund!

Nachdem ich Ihren Wunsch d. Korah in Prag zur Aufführung zu bringen erfahren, erkundigte ich mich nach den Verhältnissen des Theaters, was bei meinem gänzlichem Mangel an Verbindungen in dieser Richtung erst nach einigen Tagen ein Resultat ergab. Hierauf besuchte ich den Regisseur Claar, konnte ihn aber nicht sprechen und schickte ihm daher denselben Tag noch ein Exemplar mit einem ich weiss nicht ob geschickten oder ungeschickten Begleitschreiben und der Bitte die Aufführung zu veranlassen.

Nun dachte ich mit einer weiteren Anfrage doch einige Tage warten zu müssen um die Sache nicht vielleicht durch Aufdringlichkeit zu verderben. Freilich kann es nicht schaden, wenn Sie selbst an ihn geschrieben haben. Ich würde Ihnen ja doch, nach

dem was ich erfahren habe, bei
der ersten weitern Nachricht die ich
abwarten wollte, doch das Gleiche
empfohlen haben.

Kessel ist noch nicht hier. Er hat
wie ich glaube viel Connexionen mit
den Frauen beim Theater und
das kann nicht schaden.

Meiner Meinung nach wird man
wahrscheinlich einen zeitweisen Wechsel
der Decorationen wünschen, wie
ja beim Theater praktische Rück-
sichten immer eine Rolle spielen.

Wiedemann bei. Ich stehe Ihnen auch
jetzt immer zur Verfügung. Nicht allein
auf den Vortrag freue ich mich, sondern
auch darauf, Sie bei dieser Gelegenheit
in Prag zu sehen.

Herzliche Grüße

von

Prag 25 Oct. 1873

Ihrem aufr. Fr.
Mach

Nun fällt mir ein, dass hier auch *Sakun-*
*tala* aufgeführt worden ist. Es ist immer
ein gutes Zeichen das man das *gewagt*
hat.
Heute hoffe ich im Casino den Re-
censenten Claar zu treffen.

1

Hochverehrter Freund!

Entschuldigen Sie, wenn ich Sie diesmal mit einer Bitte in Unbequemlichkeiten versetze.

Ich kann in Prag einige Bücher nicht bekommen und habe auch auf eine Anfrage von der Wiener Universitäts-bibliothek nur keine ordentliche Antwort bekommen. Sollten Sie also in der Stadt einige Augenblicke Zeit haben, so würden Sie mich durch eine Anfrage bei in der Hofbibliothek sehr zu Dank verpflichten. Es handelt sich nur darum zu constatiren, dass die Bücher da sind. Bekommen werde ich sie schon

* Pierre Prevost, chaleur rayonnante. Geneve 1832

Crawford, on animal heat. London 1779

Black lectures on the elements of chemistry. Edinburg 1803

* Smith Robert, Harmonics or the philosophy of musical sounds. Cambridge 1749

1)

Hochverehrter Freund!

Entschuldigen Sie, wenn ich Sie diesmal mit einer Bitte in Unbequemlichkeiten versetze.

Ich kann in Prag einige Bücher nicht bekommen und habe auch auf eine Anfrage von der Wiener Universitätsbibliothek ~~nur~~ keine ordentliche Antwort bekommen. Sollten Sie also in der Stadt einige Augenblicke Zeit haben, so würden Sie mich durch eine Anfrage ~~bei~~ in der Hofbibliothek sehr zu Dank verpflichten. Es handelt sich nur darum zu constatiren, dass die Bücher da sind. Bekommen werde ich sie schon

* Pierre Prevost, chaleur rayonnante. Geneve 1832

Crawford, on animal heat. London 1779

Black lectures on the elements of chemistry. Edinburg 1803

* Smith Robert, Harmonics or the philosophy of musical sounds. Cambridge 1749

verwunderlicher Weise glaube ich mich bestimmt zu erinnern dass ich die mir bezeichneten aus der Wiener Universitätsbibliothek schon gehabt habe. Vielleicht ist die Behauptung, dass die Bücher nicht da sind bloss aus der Faulheit eines Dieners entsprungen!

Von Popper, der mir die Freude gemacht hat, mich zu besuchen habe ich gehört dass Sie mit einem Lustspiel beschäftigt sind. Ich bin sehr neugierig.

Mir ist es diesen Winter nicht sehr gut gegangen. ich bin seit zehn Jahren wieder einmal ordentlich im Bett gelegen und bin noch immer nicht ganz wohl. Gerade wenn ich weniger arbeiten kann sehne ich mich sehr nach dem Wiener Verkehr, der mir in Prag so sehr fehlt.

Sie befinden sich hoffentlich mit Ihrer Familie recht wohl. Die meinige ist in stetiger Zunahme begriffen.

Wenn Sie Oettingen und Zalb sehen,
so grüssen Sie beide herzlich.

Sie und die Ihrigen bestens grüssend

Ihr

Prag 14. April 1874

ergfr.
E. Mach

Unter Kreuzband sende ich Ihnen eine Arbeit, so wie ein Verzeichniss meiner [illegible] Apparate?

18

Verehrter Freund!

Nachdem ich Herrn Plaar einige mal nicht getroffen und er mir auf mehrere Briefe nicht geantwortet, hat er mir endlich durch Kessel sagen lassen: "Korah ist ein Buchdrama und eignet sich nicht zur Aufführung."

Kessel ist eigentlich nur mit der Parthei Simon in Verbindung. Natürlich sind damit die Versuche nicht abgeschlossen. Doch muss ich Ihnen wenigstens einmal Nachricht geben.

Ihr bestes Wohlsein wünschend mit den herzlichsten Grüssen

Ihr

Prag 22t Nov 1874

ergebenster
E Mach

77

19

Verehrter Freund!

Dass Planck keine Gegenbemerkung macht und keine Briefe beantwortet ist etwas, was man ihm gerade nicht übel nehmen kann. Er mag viel zu thun und allen Teufel im Kopf haben. Da wird es darum vergessen. Bedauerlich ist nur die Verschleppung der ganzen Sache.

Ihre Beobachtung ist ganz richtig. Eine gleichförmige Bewegung kann eigentlich gar nicht ~~zu~~ empfunden werden. Die Vorstellung kann aber eine Empfindung wach rufen, welche, weil sie durch nichts äusseres bestimmt ist beliebig sein kann. Ebenso werden von der Vorstellungsseite aus, wenn es genügend dunkel ist, die vorschwebenden Gesichtsempfindungen erregt.

Mit Falb habe ich in Graz zu Mittag gegessen. In Prag war er mein Zuhörer. Er ist ein sehr frischer Mensch, nur mitunter etwas leichtfertig in wissenschaftlichen Dingen.

Wollen Sie ein gutes Werk thun, so besuchen Sie den Barach, welcher Penzing Parkgasse 46 wohnt und krank ist.

Er hat Eigenheiten, die Ihnen nicht zusagen. Ich könnte Ihnen aber Beweise anführen, dass er im Grunde doch ein guter Mensch ist.

Was macht Ihre Familie? Was macht Ihr Bub? Der meinige will nichts lernen und sagt es auch rund heraus. Alles Schöne von meiner Frau. Mit den herzlichsten Grüßen

Prag 26 Juni 1874 Ihr

aufr. Fr

E Mach

20

Verehrter Freund!

Als Postpaket erhalten Sie die kalmückischen Märchen.

Bald nachdem ich Sie verlassen hatte fiel mir ein, dass die Actiengesellschaft für Druckindustrie "Bohemia" in Prag wiederholt schon Belletristisches namentlich Romane verlegt hat. Die Bedingungen dürften für den Autor keine glänzenden sein, doch möchte ich Ihnen rathen einen Versuch zu machen. Haben Sie keine Lust? Können Sie mir die genaue Adresse von Fischer mittheilen?

Einstweilen herzlich grüssend

Ihr

ergebener

E. Mach

Prag 18t August 1875

Obstmarkt 7.

21.

Verehrter Freund!
Bitte Sie mir Ihre vollständige Addresse zukommen zu lassen. Eine recommandirte Sendung wird auf der Post ohne genaue Addresse nicht angenommen.

Einen Theil der Erinnerungen an Leonhardi werden Sie wohl schon bekommen haben. Machen Sie ein gutes Lustspiel daraus!

Mit herzlichen Grüssen
Ihr ergebenster
E. Mach

Prag 17t Sept 1876

E. MACH

Prag Obstmarkt 7.

22.

# Erinnerungen an Prof L in P.

M las einst ein Colleg, in dem allgemeinere naturwissenschaftliche Fragen behandelt wurden. Der Philosoph L und der Mechaniker S gehörten zu den eifrigsten und zugleich widerspenstigsten Zuhörern. Jedes Wort wurde nach der Stunde Gegenstand der Kritik und des Streites.

Die Behauptung "es könne jede gegebene organische Form, z. B. jedes Gesicht durch eine Zeichnung eben so sicher wiedergegeben werden wie durch ein Portrait, nur sei letzteres praktischer, weil leichter und unmittelbar lesbar", erregte heftigen Widerspruch beider Herrn. Endlich gab L zu ""meinetwegen ein Blatt kann man darstellen, aber das Wachsthum des Blattes doch nicht!""

Warum nicht? Und M schreibt nach einiger Überlegung eine Zeichnung hin, die etwa ein Blatt im Wachsthum vorstellen könnte. Die Discussion der Zeichnung zeigt glücklicherweise ein ganz nettes Blatt. — S ist darüber so entzückt dass er gleich 200 Stück von dem "Blatt" lithographiren lässt und M zum Andenken bringt. L aber dem der Spass als bitterer Ernst

# Erinnerungen an Prof L in P.

M las einst ein Colleg, in dem allgemeinere naturwissenschaftliche Fragen behandelt wurden. Der Philosoph L und der Mechaniker S gehörten zu den eifrigsten und zugleich widerspenstigsten Zuhörern. Jedes Wort wurde nach der Stunde Gegenstand der Kritik und des Streites.

Die Behauptung "es könne jede gegebene organische Form, z. B. jedes Gesicht durch eine Zeichnung eben so sicher wiedergegeben werden wie durch ein Portrait, nur sei letzteres praktischer, weil leichter und unmittelbar lesbar," erregte heftigen Widerspruch beider Herrn. Endlich gab L zu: "„meinetwegen ein Blatt kann man darstellen, aber das Wachsthum des Blattes doch nicht!""

Warum nicht? Und M schreibt nach einiger Überlegung eine Zeichnung hin, die etwa ein Blatt im Wachsthum vorstellen könnte. Die Discussion der Zeichnung zeigt glücklicherweise ein ganz nettes Blatt. — S ist darüber so entzückt dass er gleich 200 Stück von dem "Blatt" lithographiren lässt und M zum Andenken bringt. S

L aber dem der Spass als bitterer Ernst

imponirt ist ganz betrübt über diesen
Erfolg der "mechanischen" Naturwissenschaf-
ten und ist von da an merklich weniger wider-
spenstig.
Beiliegend das "Blatt" welches mir eben
in die Hände fällt und mir das hei-
tere Erlebnis in Erinnerung bringt.

Ihre
lbehör
Ver
ige
Di
ben

ch

# Mathematische Darstellung der Entwicklung eines Blattes

von Prof. Dr. E. Mach.

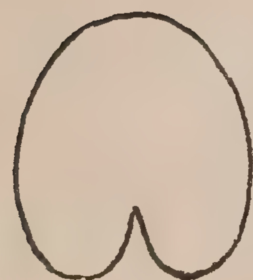


Fig. 1. $t = \frac{1}{4}$

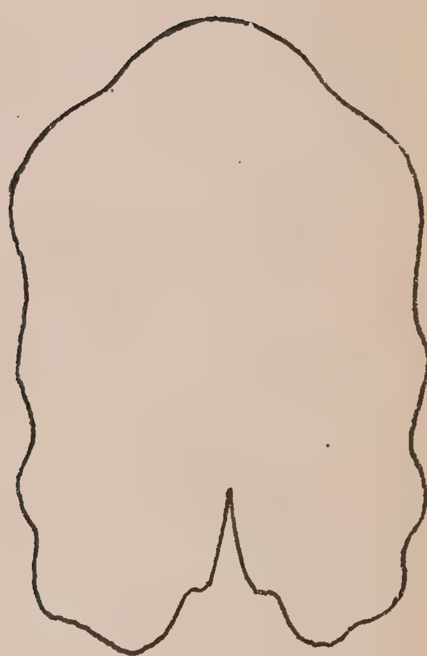


Fig. 2. $t = \frac{1}{2}$

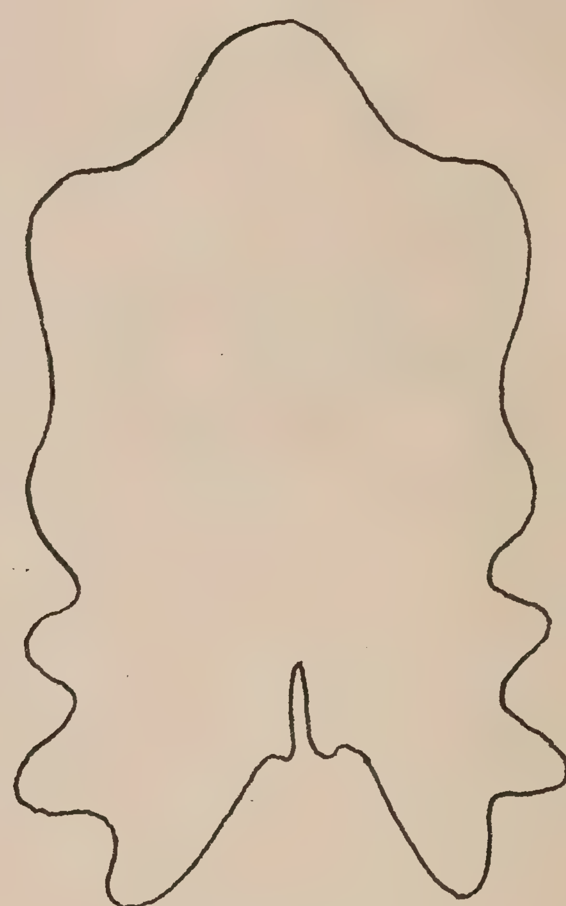


Fig. 3. $t = \frac{3}{4}$.

Fig. 4. $t = 1$.

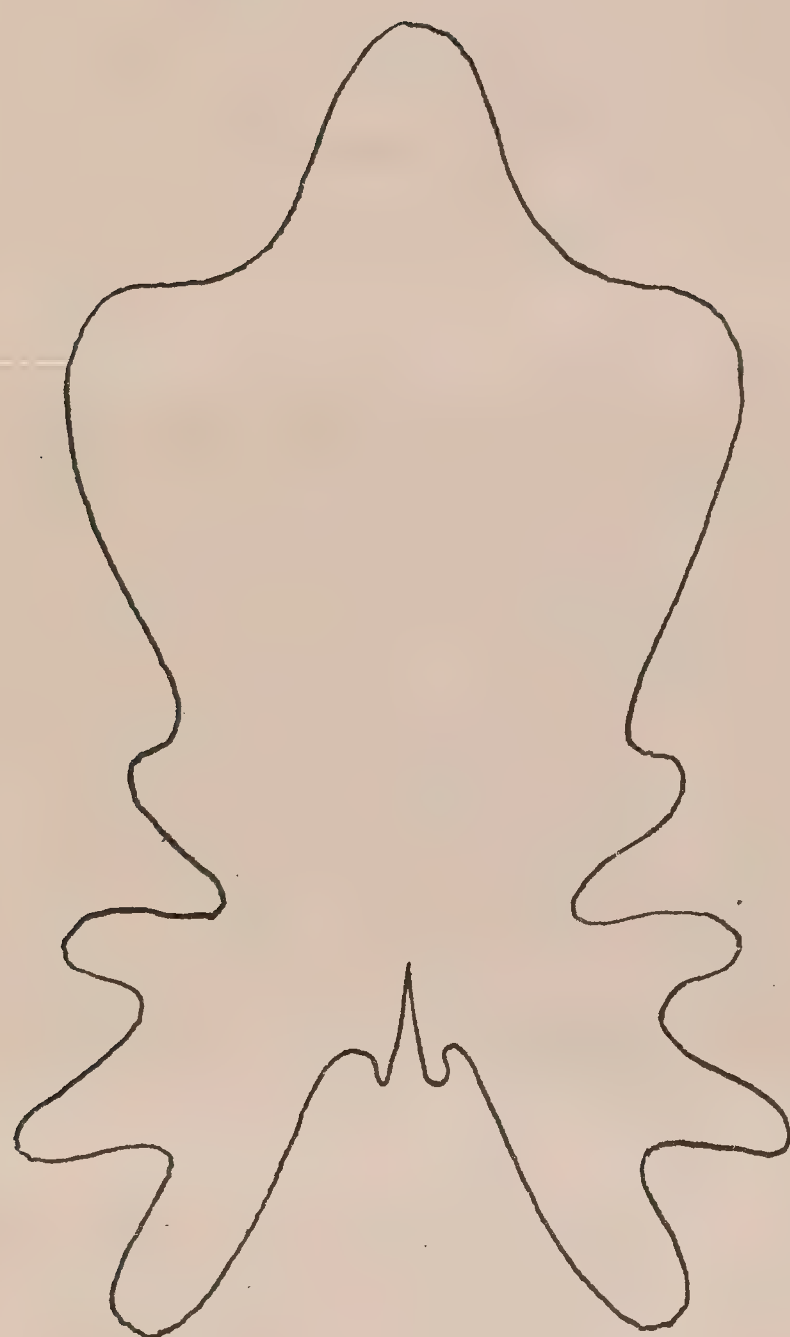


Fig. 5. $t = 2$.

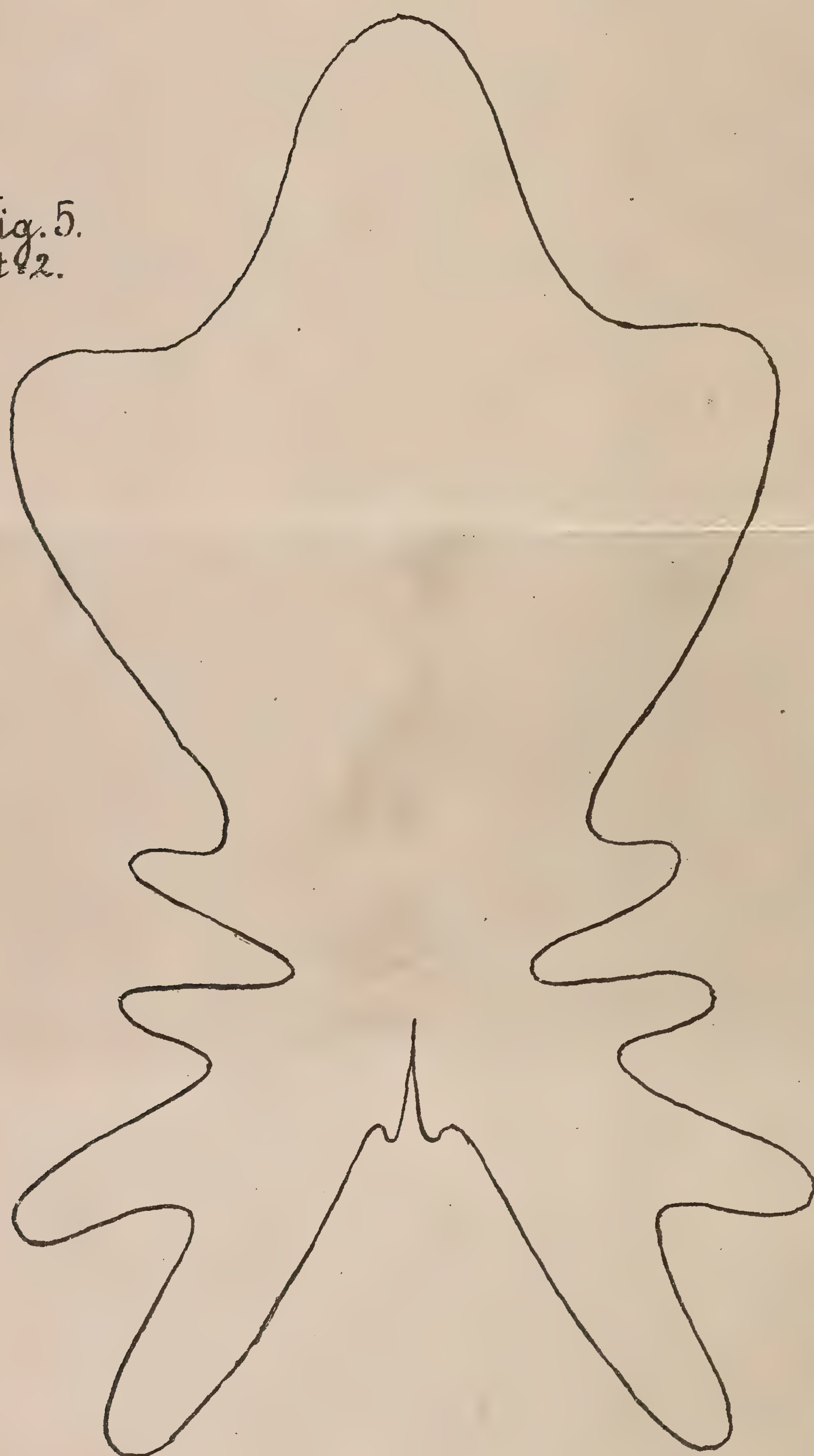


Fig. 1. $t = \frac{1}{4}$. Fig. 2. $t = \frac{1}{2}$ Fig. 3 $t = \frac{3}{4}$. Fig. 4 $t = 1$. Fig. 5. $t = 2$.

auch nahezu giltig für $t = \infty$.

Construirt nach der Polargleichung.

$$r = \left\{1 - \left(\tfrac{1}{2}\right)^{-t}\right\} \sin. \frac{\varphi}{2} + \frac{1}{3}\left\{1 - \left(\tfrac{1}{2}\right)^{-t^2}\right\} \sin. \frac{5\varphi}{2} + \frac{1}{9}\left\{1 - \left(\tfrac{1}{2}\right)^{-t^3}\right\} \sin. \frac{25\varphi}{2}.$$

von der Form.

$$r = a\left\{1 - e^{-\lambda t^s}\right\} \sin. \frac{\varphi}{2} + b\left\{1 - e^{-\mu t^m}\right\} \sin. \frac{p\varphi}{2} + c\left\{1 - e^{-\nu t^n}\right\} \sin. \frac{q\varphi}{2} + \ldots\ldots\ldots$$

Vorgetragen Prag. Sommer 1872.

imponirt ist ganz betrübt über diese
Erfolg der "mechanischen" Naturanschau-
ung und
gen
Religi
in die
lose E

Herzlichen Dank für Ihre Zeilen. Mit den steiermärk. Schulbehörden habe ich leider gar keine Verbindung. Ich kenne nur einige Collegen an der Universität die darauf keinen Einfluss haben.

Einstweilen herzlich grüssend
Ihr
aufr.
E Mach

## Erinnerungen an L. Professor d. Philosophie in P.

1. Eine so grosse Vorstellung von einem Baum kann doch unmöglich in einem so kleinen Kopf Platz haben. Die Vorstellungen sind gar nicht im Kopf. Sondern die Phantasiekörper sind draussen im Raum.

Freilich sagt X er kann sich da einen Elephanten hindenken wo ich mir ein Kamel hindenke, ohne dass wir uns stören. Aber ich bin doch schon oft über eine Stufe gestolpert, die ich mir *gedacht* habe. Der Y meint, er sei noch nie über eine von *meinen* *Gedankenstufen* gestolpert und sie hätten deshalb für *ihn* keine Realität. Der nimmt aber alles viel zu mechanisch. – Wenn ich mir einen Prügel zwischen die Beine des Z denke, wer weiss ob er darüber nicht fällt.

2. Die äusseren Reize haben sehr viel Einfluss auf die Träume. Mir träumte da kürzlich, dass ein grosser Kerl auf mich zu kommt. Ich bin keiner von denen die sich fürchten und fasse den Kerl herzhaft an. Sofort wird er ganz klein. Kaum aber lasse ich ihn los, so wird er wieder grösser und grösser und kommt auf mich zu. Ich fasse ihn wieder und augenblicklich schrumpft er wieder zusammen. Das geht so mehrmals fort

77.

<u>Erinnerungen an L Professor d Philosophie in P.</u>

1. Eine so grosse Vorstellung von einem Baum kann doch unmöglich in einem so kleinen Kopf Platz haben. Die Vorstellungen sind gar nicht im Kopf. Sondern die Phantasiekörper sind draussen im Raum.

Freilich sagt X er kann sich da einen Elephanten hindenken wo ich mir ein Kamel hin denke, ohne dass wir uns stören. Aber ich bin doch schon oft über eine Stuffe gestolpert, die ich mir <u>gedacht</u> habe. Der Y meint, er sei noch nie über eine von <u>meinen</u> <u>Gedankenstuffen</u> gestolpert und sie hätten deshalb für <u>ihn</u> keine Realität. Der nimt aber alles viel zu mechanisch. – Wenn ich mir einen Prügel zwischen die Beine des Z denke, wer weiss ob er darüber nicht fällt.

2. Die äusseren Reize haben sehr viel Einfluss auf die Träume. Mir träumt da kürzlich, dass ein grosser Kerl auf mich zu komt. Ich bin keiner von denen die sich fürchten und fasse den Kerl herzhaft an. Sofort wird er ganz klein. Kaum aber lasse ich ihn los, so wird er wieder grösser und grösser und komt auf mich zu. Ich fasse ihn wieder und augenblicklich schrumpft er wieder zusammen. Das geht so mehrmals fort

bis ich endlich unmuthig über das Possenspiel erwache — Nun denken Sie einmal meine Damen, was hab' ich da in der Hand gehabt??— Denken Sie! den Polsterzipf!

3. Eine der schwierigsten Fragen ist doch die, ob eine Elle Tuch von der man träumt so lang ist, wie eine wirkliche Elle Tuch.

4. Anleitung zur philosophischen Erfassung der Pflanzenwelt. Peripatetisches Collegium. Das Collegium bewegt sich durch die Kornthorgasse gegen das Kornthor zu und hält vor den Fenstern der berüchtigten "böhmischen Liesl". Denn die böhmische Liesl weiss ausser ihren eigenen Geschlechtstheilen auch noch jene der Pflanzen zu pflegen und ist eine starke Blumenfreundin. Natürlich finden sich vor ihren Fenstern nur Phanerogamen. Diese haben nun Professor L. angezogen und schon benützt er sie in voller Lehrthätigkeit als vorzüglichen Lehrstoff, während Lieschen erfreut und entzückt über so zahlreichen Zuspruch ihrerseits das Auditorium zu fesseln sucht. Dies gelingt ihr so sehr, dass sich ausser dem Peripatetikum noch ein ganzer Anhang von ausserordentlichen Hörern,

, darunter natürlich alte Weiber, in der Gasse aufstaut. — Schüchtern suchen die Studenten, in Verlegenheit gesetzt durch das Schimpfen der alten Weiber über den alten Schweinekerl den Verführer der Jugend, den Herrn Professor zur Fortsetzung der Excursion zu bewegen. Allein nur schwer und mühsam ist er von den Blumen wegzubringen, denn er allein hat gar nichts gemerkt von dem Auflauf und der Ursache desselben.

5. L versteht *nie* einen zweideutigen Witz. Es sagt z.B. Einer, Eva sei der erste Redacteur gewesen oder sonst etwas vom ältesten und deutlichsten Meidinger. Alles lacht oder schmunzelt oder langweilt sich, nur L *versteht gar nichts*. „Wie haben Sie das gemeint Herr College?" – Folgt eine deutlichere Erklärung – „Ah – Ah so!" mit halb pfiffigem halb verlegenen Lächeln. — Lange Pause – „Sagen Sie mal, wie war das zu verstehen?" – Noch deutlichere Erklärung. Scheinbarer Erfolg. Schliesslich erkennt man aber jede Erläuterung als fruchtlos. Eine Zweideutigkeit hatte nie Platz in diesem eindeutigen Gemüth.

Fortsetzung folgt bei gelegentlicher Erinnerung.

24.)

Erinnerungen an L

Krause beginnt die Darstellung seiner Philosophie mit der *Aufgabe*: die Selbstschauung „Ich" auszuführen.
*Auflösung*: Man führt sie unmittelbar aus

Beiliegend ein Scherz, den ich mir mit L. erlaubt habe und den er fast übel genommen hätte.

Wenn Sie einen guten Zeichner kennen, der das ganze Gesichtsfeld eines Auges, samt den eben sichtbaren Theilen des eigenen Körpers ~~und~~ Gesichtes zeichnen könnte, müsste sich das ganz hübsch machen. Ich möchte so etwas haben.

---

Eine Vorlesung, zu der mich L. besonders eingeladen hatte, begann er mit den Worten: Wenn man mit mehr Gedanken an die Naturbetrachtung kommt als dies der Naturforscher thut, so findet man, dass alle die vielen Dinge eigentlich blos *ein* Ding sind....

24.)

Erinnerungen an L.

Krause beginnt die Darstellung seiner Philosophie mit der Aufgabe: die Selbstschauung "Ich" auszuführen.
Auflösung: man führt sie unmittelbar aus.

Beiliegend ein Scherz, den ich mir mit L. erlaubt habe und den er fast übel genommen hätte.

Wenn Sie einen guten Zeichner kennen, der das ganze Gesichtsfeld eines Auges, samt den ihm sichtbaren Theilen des eigenen Körpers und Gesichtes zeichnen könnte, möchte sich das ganz hübsch machen. Ich möchte so etwas haben.

---

Eine Vorlesung, zu der mich L. besonders eingeladen hatte, begann er mit den Worten: Wenn man mit mehr Gedanken an die Naturbetrachtung kommt als dies der Naturforscher thut, so findet man, dass alle die vielen Dinge eigentlich bloss ein Ding sind....

L. hatte eine ausserordentliche Vorliebe für Pflanzenabnormitäten. Er sammelte sie eifrig und erklärte sie philosophisch. „Alle ~~Mögli~~ Möglichkeiten wollen wirklich werden". Sein Auge dafür war von jeher scharf. An einem Kleefeld oder Kastanienbaum griff er nur so ohne Umstände die Abnormitäten heraus. Seine Sammlung war wirklich eine Leistung. Pflanzen die gewöhnlich 7 Blumenkronenblätter haben, besass er mit 5, 6, 7, 8 9 solchen Blättern.

Trotz vielfachen Zuredens hat er die Sammlung nie publiziert. Er wollte wohl den Darwinianern, ohne gerade ein absoluter Gegner zu sein, nicht zu Hülfe kommen.

Der Zoologe S der in seiner Art eben so naiv war, hat ihm einmal gesagt: Wenn Sie doch dieses dumme Zeug, die Philosophie, ganz lassen würden und sich ganz auf Botanik verlegen wollten, würden Sie gewiss etwas leisten.




Wie man die Selbstschauung "Ich" ausführt.

a Nase, b Augenbraun, c Schläfenhaare, d Schnurrbart, des Selbstschauers (mit dem linken Auge)
Das rechte pflegt man bei der Selbstschauung zuzudrücken.

L. h…
für P…
sie …
„Alle
wirkl…
Derber
Kasta…
Unste…
Seine …
Pflanz…
blätte…
9 so…
Trotz
ung …
Dar…
unter
kom…
Der Zo…
war, …
doch …
ganz
Rot…
etwa…

[illegible]

Die Edda kann ich jetzt nicht lesen, habe zu wenig Zeit.

Herzliche Grüsse

Mach

25]

[illegible] morgen Montag schon
bei Schottle und Kreuzweil
hoffe Sie zu sehen

Sonntag

Mach

28

Verehrter Freund!

Beiliegend sende ich Ihnen meinen Entwurf, der aber eine Gelegenheitsschrift ~~ist~~, an das Ministerium gerichtet, ist und auf Bestehendes Rücksicht nehmen muss.
Sie werden sich leicht heraus ansehen was Sie brauchen können. Der Plan ist übrigens für Ihren Zweck ohne Zweifel zu weitläufig.
Gelegentlich möchte ich das Ganze von der Färbung, die es durch den zufälligen Anlass erhalten hat, befreien und publiciren und ich bitte daher die Blätter freundlichst aufzubewahren.

Indem ich hoffe, dass Sie sich recht wohl befinden und dass es mir bald möglich sein wird Sie zu sehen
Sie und alle Freunde herzlich grüssend

Ihr
aufrichtiger
E Mach

Prag 4 März 1878






CORRESPONDENZ-KARTE.




An Herrn E. Kulke

in Penzing
bei Wien

---

27

Verehrter Freund!

Mit dem Abschluss verschiedener Arbeiten beschäftigt bin ich bisher nicht dazu gekommen, Ihr freundliches Schreiben zu beantworten.
Es freut mich, dass Sie von dem Entwurf manches haben verwenden können. Das Manuscript bitte ich liegen zu lassen. Ich werde gelegentlich dasselbe publiciren, freilich mit radicalen Änderungen und werde Sie dann darum bitten. In den Osterferien werde ich kaum mehr nach Wien kommen können, hoffentlich aber später und hoffe dann Sie und die Freunde, die ich herzlich zu grüssen bitte, im besten Wohlsein anzutreffen.

Sie vielmals grüssend

Ihr

aufrichtiger

Prag 18 April 1878 E Mach

28.

Verehrter Freund!

Popper hat mir von der Krankheit Ihrer Frau Mittheilung gemacht und schon am folgenden Tage erhielt ich den Partezettel. Sie können denken, dass ich nicht wenig überrascht war und dass ich den innigsten Antheil nehme. Was werden Sie mit Ihrem Sohn machen?

Ich will Sie jetzt nicht mit vielen Worten behelligen, hoffe Sie aber in den Ferien in beruhigter Stimmung zu sehn. Auch von meiner Frau habe ich Ihnen die herzlichste Theilnahme zu melden.

Herzlich grüssend

Ihr

aufrichtiger

Prag 30t Mai 1878 E Mach

29.

Verehrter Freund!

Ich danke Ihnen für Ihre freundliche Zusendung (Hebbel). Das Buch hat mich wunderbar angesprochen. Viele Grüsse! Auf baldiges Wiedersehn!

Ihr

aufrichtiger

Prag 18t Juli 1878

E. Mach

30

Verehrter Freund!

Beiliegend sende ich Ihnen zu Ihrer Belustigung ein Stückchen Mittelalter. Sie werden sich gewiss wundern, wie Lichtenberg beim Anblick des versteinerten Gehirns, dass es nicht nach Gebühr verfault, sondern vielmehr versteinert ist.

Herzlich grüssend

Ihr

aufrichtiger

Prag 11t Oct 1879 E. Mach

31

Komme Freitag d. 21t Mittags 12–1 Uhr zu Popper. Vielleicht können wir in Reitlingers Nähe zusammen essen. Um 5 habe ich einen Gang. Den Abend bin ich wieder frei.

Herzlichst grüssend

Mach

Vielleicht können Sie mit Popper und Reitlinger den [illegible] festhalten.

32

Vielen Dank für Ihre Freundlichkeit. Grüssen Sie mir Ihren H Bruder, Friedl, Fischer, Benkenberg.

Auf baldiges Wiedersehn

Prag

Mach


31.
CORRESPONDENZ-KARTE.
LEOPOLDSTADT
WIEN
WIEN
NEUBAU
An
in


32.
CORRESPONDENZ-KARTE.
KOREŠPONDENČNÍ LÍSTEK.
PRAG
WIEN
NEUBAU
in
v
Wien
(Böhm.)

33.

Verehrter Freund!

Gestern Abends wurde mir mitgetheilt, dass meine Kleine ihre Aufgaben schlecht gemacht habe. So, sagte ich ganz ernst, da wird sie ja nach und nach ein grosses Gänschen werden, es werden ihr Federn auf der Brust wachsen. Ja, sprach mein älterer Junge, und hinten wird sie ein Schwanzel aus Federn bekomen u. s. w.

Es ist unmöglich den Ausdruck von liebenswürdigem Entsetzen zu beschreiben, dass sich im Gesicht und in den abwehrenden Bewegungen der Kleinen zeigte. Wir hatten alle Mühe, sie wieder zu beruhigen und ihr klar zu machen, dass die blosse Prophezeiung nicht auch schon die Erfüllung sei. Der Zufall hat mir da aber ganz

unerwartet zur Anschauung beigebracht, wie gut sich Ihr "gefiederter Dieb", von einem tüchtigen Schauspieler producirt, ausnehmen möchte. Hoffentlich werden wir bald das Vergnügen haben.

Mir ist es seit meiner letzten Reise nach Wien ziemlich trübselig gegangen, da mein jüngstes Kind sehr schwer krank war. Hoffentlich haben Sie die Zeit gut zugebracht.

Popper habe ich jetzt mit einer Commission recht geplagt. Wenn Sie Fischer sehn, so sagen Sie ihm meinen Dank für seine schöne Rechnungsaufgabe.

Sie, Ihren Herrn Bruder und Studios. Fortzl herzlich grüssend

Ihr

aufrichtiger Fr.

Prag 29t Jänner 1880

E Mach

Meine herzlichsten Glückwünsche.

Prag

Mach

---

Heimgekehrt danke ich Ihnen für Ihre Freundlichkeit. Grüßen Sie Fritz, Fischer, Benkendorf, Martens. Lassen Sie die Wagnerarbeit baldigst los.

Ihr

aufrichtiger

Prag

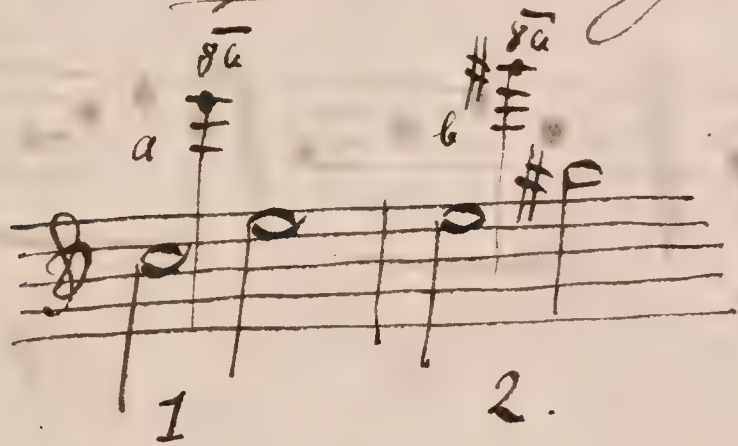
Mach


CORRESPONDENZ-KARTE.
KOREŠPONDENČNÍ LÍSTEK.
PRAG
PRAHA
WIEN
Herrn E Kulke
Schriftsteller
in
v
Mariahilfer Hauptstrasse
70
Wien
(Böhm.)


CORRESPONDENZ-KARTE.
KOREŠPONDENČNÍ LÍSTEK.
PRAHA
Herrn E Kulke
in
v
Mariahilfer Hauptstr.
70
Wien
(Böhm.)

Geehrter Freund!

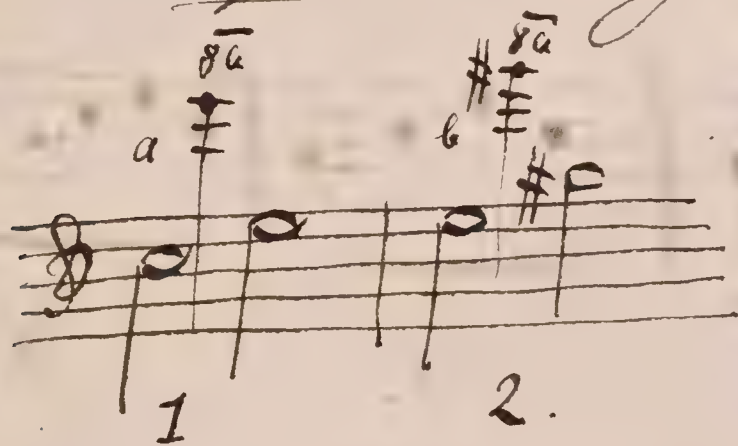
Nach der Helmholtz'schen Auffassung erkennt man eine Terzenfolge daran dass der fünfte Partialton des ersten Klanges mit dem vierten des zweiten Klanges zusammenfällt. Dies zu erkennen, behaupte ich aber, ist gänzlich Sache des Verstandes, und kann nicht das unmittelbare Erkennen jeder Terz in jeder Lage durch die Empfindung bedingen.




Denn in 1 wäre der mit a, in 2 der mit b bezeichnete Ton der coincidirende. Das sind aber jedenfalls zwei ganz verschiedene Töne, und zwei ganz verschiedene Em-

Geehrter Freund!

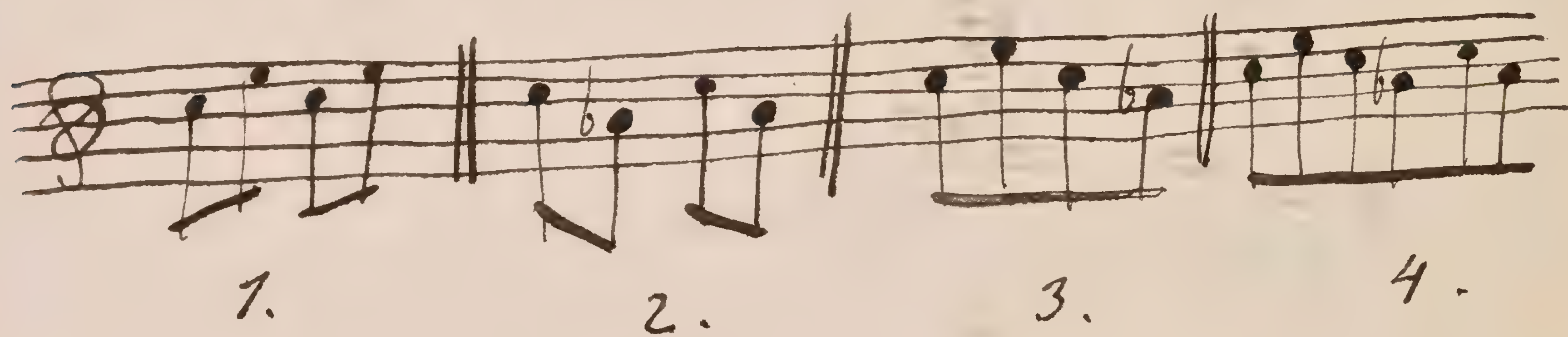
Nach der Helmholtz'schen Auffassung erkennt man eine Terzenfolge daran dass der fünfte Partialton des ersten Klanges mit dem vierten des zweiten Klanges zusammenfällt. Dies zu erkennen, behaupte ich aber, ist gänzlich Sache des Verstandes, und kann nicht das unmittelbare Erkennen jeder Terz in jeder Lage durch die Empfindung bedingen.




Denn in 1 wäre der mit a, in 2 der mit b bezeichnete Ton der coincidirende. Das sind aber jedenfalls zwei ganz verschiedene Töne, und zwei ganz verschiedene Em-

pfindungen. Wo soll also die in beiden Fällen gleichbleibende Terzempfindung herkommen. Nur eine Terzerkenntniss aber keine Terzempfindung ist auf dieser Grundlage möglich.

Es scheint mir, dass die Folge zweier Töne eine Contrastempfindung bedingt, welche bei gleichem Intervall immer dieselbe ist. Da diese Contrastempfindung ist nicht einmal auf unmittelbar folgende Töne beschränkt, sondern erstreckt sich noch weiter z. B.




Bei 1. erkennt man die grosse Terz, nach einer Pause auch bei 2.
Bei 3 aber klingt nach c e die Folge c as ganz anders
Bei 4 klingt sie das zweitemal schon anders

als das erstemal.

Melodiegleichheit in verschiedener Lage entspricht der geometrischen Ähnlichkeit der Raumgebilde (bei verschiedener Grösse)

Wie hat man sich die Tonempfindung zu denken, um das zu begreifen?

Vielleicht können Sie mir darüber etwas sagen?

Sie und Frotz herzlich grüssend

Ihr

aufr. Ir

E Mach

Prag 4t Jan 1884

37. Geehrter Freund!

Es freut mich ungemein, dass Sie fleissig an der "Melodieentw." arbeiten. Ich brauche Sie nicht zu drängen, da ich vor Ostern nicht zum Abschluss meiner Schrift komme. Es ist jetzt noch zu wenig Ruhe.

Ob Ihr Buch schon ausgegeben ist weiss ich noch immer nicht. Gesehen habe ich's nicht, und auf eine direkte Anfrage noch keine Antwort erhalten. Sobald dieselbe kommt erfahren Sie's sogleich.

Mit Freyberg können Sie übrigens ruhig sein, das ist ein Zerriebener, und was er denkt weiss er auch anzubringen.

Herzlich grüssend Ihr aufr. Fr.

Prag 24. Jan 1884. E Mach

Besuchen Sie doch gewiss Pisko IV Margarethenstrasse (17 ?). Er wünscht es. Er hat Verbindungen mit Gottschall, Brockhaus u.s.w und die Absicht Ihnen zu nützen.

(8)

Geehrter Freund!

Es müsste sonderbar zugehn, wenn Hanslick Ihr Buch nicht anerkennend besprechen sollte. Er ist ja doch einer der besseren und klareren Köpfe, wie seine Schrift über das musikalisch Schöne zeigt. Und ihn haben Sie ja in keiner Weise verletzt.

Fragen Sie doch selbst Freytag, wie es komt, dass man Ihr Buch noch nicht sieht.

Je grösser Ihre Melodiearbeit wird, desto besser. Ich nehme alles.

Die Notizen über den Traum müssten wohl umgearbeitet werden. Ich möchte an Ihrer Stelle überhaupt vorsichtig damit sein. Die Leute hal-

x) Dass es darauf ankomt, weiss der Erzähler in 1001 Nacht (Die Geschichte vom Schlafenden und Wachenden) und weiss auch Shakespeare.

18)

Geehrter Freund!

Es müsste sonderbar zugehn, wenn Hanslick Ihr Buch nicht anerkennend besprechen sollte. Er ist ja doch einer der besseren und klareren Köpfe, wie seine Schrift über das musikalisch Schöne zeigt. Und ihn haben Sie ja in keiner Weise verletzt.

Fragen Sie doch selbst Freytag, wie es komt, dass man Ihr Buch noch nicht sieht.

Je grösser Ihre Melodiearbeit wird, desto besser. Ich nehme alles.

Die Notizen über den Hamm müssten wohl umgearbeitet werden. Ich möchte an Ihrer Stelle überhaupt vorsichtig damit sein. Die Leute hal-

x) Dass es darauf ankomt, weiss der Erzähler in 1001 Nacht (Die Geschichte vom Schlafenden und Wachenden) und weiss auch Shakespeare.

ben das für abgemacht, worüber sie nicht nachzudenken pflegen.

Dass Traum und Wachen nicht zwei symmetrische oder gleichwerthige Stücke des Lebens sind, liegt zweifellos daran, dass die Traumvorstellungen untereinander einen geringern Zusammenhang und eine geringere Regelmässigkeit haben, als die ~~Wache~~ Vorstellungen des Wachens. Würde man jede Nacht von da weiter träumen, wo man die vorige Nacht aufgehört hat, so wie man jeden Tag weiterlebt, wo man am vorigen aufgehört hat, woran überhaupt die Möglichkeit eines Ich liegt, so stünde die Sache ganz anders. Dann würden wir wirklich ~~ein~~ zwei gleichwerthige Doppelleben leben. Das mag aus-

nahmsweise vorkommen, und ein solcher Mensch hält sich dann wirklich für doppelt, und wir halten ihn für verrückt.

Noch in einer andern Richtung sind Traum und Wachen ungleichwerthige Stücke des psychischen Lebens. Im Wachen ist der reflectirende Intellect viel stärker. Wird er einmal im Traum ausnahmsweise kräftiger, so fangen wir an über die Absurditäten des Traums zu reflectiren, wir erkennen den Traum als solchen an seinen Verkehrtheiten, und wir erwachen gewöhnlich, d.h. der Intellect gelangt zu seiner vollen Kraft. und im Reflectiren äussert sich eben nur das beginnende Erwachen.

Manchmal reicht auch die Reflexion nur hin, das Ungewöhnliche zu bemerken, lässt sich aber wieder einduseln. Ich erinnere mich eines solchen Traums: Mitten in einem mit Wasser gefüllten Becherglas brannte unter dem Wasser ruhig eine Kerze. Warum verlöscht doch die Kerze nicht? dachte ich. Sie nährt sich wohl vom absorbirten Sauer-

stoff des Wassers. Und nun steigen Gasblasen im Wasser auf. — — —

Oft erkenne ich an solchen Unmöglichkeiten mit Sicherheit, dass ich träume, und erwache mit einem Ruck.

Im Allgemeinen werde ich also nicht sagen können, dass ich in der Gegenwart, Traum und Wachen nicht zu unterscheiden vermag. Wenn ich wach bin, <u>weiss</u> ich es und kann mich durch die Gleichförmigkeit und Widerspruchslosigkeit meiner Umgebung davon überzeugen. (Wenn ich träume, weiss ich es <u>zuweilen</u>.

Der Kernpunkt liegt in dem Mangel an Continuität der Traumvorstellungen einer Nacht untereinander, und aufeinanderfolgender Nächte untereinander.x)

Sie werden einige Traumnotizen, wie die obige, in meinem neuen Buch finden.

Einstweilen lege ich, bis Sie weiter verfügen, Ihre Aufzeichnungen zum "g'ckei".

Herzlich grüssend

Ihr

ergbstr

E Mach

Prag 26t Jan 1884

37

Geehrter Freund!

Die beiden Traumgeschichten, die ich erwähnte („vom Schlafenden und Wachenden" und jene in „Zähmung einer bösen Sieben") sind in Bezug auf Ihre Frage sehr lehrreich. Hassan ist bereit anzunehmen, dass er geträumt habe, er sei Chalif. Erst als ihm seine Mutter erzählt, der Scheich habe die Prügel bekomen, die ihm H. als Chalif verordnet, ist der Zusammenhang mit seinem gegenwärtigen Wachen (aber nicht widerspruchsfrei) hergestellt, und nun wird er fast verrückt. Umgekehrt, weiss er bei seinem zweiten Chalifat, dass er H. ist, weil er die Spuren der Prügel, die er im Irrenhause bekomen, noch vorfindet. —

34

Geehrter Freund!

Die beiden Traumgeschichten, die ich erwähnte ("vom Schlafenden und Wachenden" und jene in "Zähmung einer bösen Sieben") sind in Bezug auf Ihre Frage sehr lehrreich. Hassan ist bereit anzunehmen, dass er geträumt habe, er sei Chalif. Erst als ihm seine Mutter erzählt, der Scheich habe die Prügel bekom̄en, die ihm H. als Chalif verordnet, ist der Zusam̄enhang mit seinem gegenwärtigen Wachen (aber nicht widerspruchsfrei) hergestellt, und nun wird er fast verrückt. Umgekehrt, weiss er bei seinem zweiten Chalifat, dass er H. ist, weil er die Spuren der Prügel, die er im Irrenhause bekom̄en, noch vorfindet. —

Der betrunkene Kesselflicker im Gegentheil findet <u>keine</u> Spuren des Erlebten mehr vor, als er wieder vor der Schänke erwacht, und macht sich leicht mit dem Gedanken vertraut, er habe geträumt.

Der Mangel an Zusammenhang und Regel, und die Unmöglichkeit Verhaltungsmaximen zu bilden, entscheidet über den praktischen Werth des Traumes. Ich will damit nicht sagen, dass <u>mehr</u> Kenntniss des Traumlebens dies Verhältniss nicht ändern könnte.

Wir träumen zwar nicht mehr so schön, wie man vor 2000 Jahren geträumt oder Träume gelogen hat,

von den sieben vollen und den sieben leeren Ähren, von dem Baume der aus dem Schosse der Tochter wächst und ganz Asien beschattet u.s.w., dort passirt auch uns noch mancher Traum, der seinen Tag Arbeit werth wäre, wenn man ihn so erwerben könnte. Vielleicht ist das bei den Opiumrauchern so, und wir thun ihnen Unrecht.

Aus meiner Erfahrung kann ich Ihnen Folgendes sagen. In jungen Jahren habe ich meine Ferienreisen, um viel zu sehen, und doch zu sparen, so eingerichtet, dass ich fast jeden Tag in einer andern Stadt war. Da ich hiebei auch kein bestimmtes Ziel hatte, und meine Gedanken nicht durch eine in bestimmter Richtung angespannte Aufmerksamkeit zusammengehalten waren, wie das etwa bei einem Geschäftsreisenden der Fall ist,

so verlor ich dabei mitunter fast mein Ich, und kam zuweilen beinahe in einen traumähnlichen Zustand, aus dem ich mich durch einen Willensact erwecken musste.

Aus dem Traum und aus solchen Vorkommnissen lernen wir, dass sich's ohne Ich eigentlich ganz gut leben liesse. Wir haben das Ich auch gar nicht immer bei uns. Wir haben es nur in der Tretmühle des praktischen Lebens so stark.

Wer auf solche Erlebnisse aufmerksam ist, wird gewiss nicht ein Problem von der Art aufstellen: Das Ich ist *zuerst* da, wie kommen die Empfindungen *hinein*?

Sie und die Ihrigen herzlich
grüssend

Ihr

aufr. Er

Prag 31^t Jan 1884 E Mach

40

Geehrter Freund!

Ihr Manuscript habe ich mit grossem Vergnügen gelesen, und die betreffenden ausgezeichneten Beispiele durchgespielt.

Ich glaube, Sie sollten die Sache als kleine Brochüre erscheinen lassen. Zu diesem Zweck wäre etwa der Titel passend:

Die Umbildung und Entwicklung der Melodie. Eine Skizze von E.K. oder ein ähnlicher.

Auf einige stilistische Härten, die dem Schreiber nicht so leicht auffallen, möchte ich Sie aufmerk-

sam machen, wenn Sie eingeworden sind, sobald es zum Drucke kommt.

Wenn Sie auf kein Honorar Anspruch machen hoffe ich einen Verleger zu finden, obwohl ich bei einer versuchsweisen Anfrage schon einen Korb bekommen habe.

Mir liegt daran, dass das bekannt wird, denn es ist ein Baustein zu einer positiven Kunstlehre.

In Erwartung Ihrer freundlichen Antwort

herzlich grüssend

Ihr

aufr. Dr.

Prag 10t April 1884 E Mach

Geehrter Freund!

An Ihrer Arbeit haben mich ganz besonders die allgemeinen Bemerkungen am Schluss erfreut. – Ein Honorar wird vielleicht zu erzielen sein, doch könnte die Drucklegung an dem Bestehen einer solchen Forderung leicht scheitern.

Als Anmerkung in meinem Buche würde Ihre Arbeit verfliegen und sich zu leicht der Aufmerksamkeit entziehen. Ich habe diesen Gedanken so recht ernst nie gehabt, sondern nur mehr als List angewendet, um Sie zum

Geehrter Freund!

An Ihrer Arbeit haben mich ganz besonders die allgemeinen Bemerkungen am Schluss erfreut. Ein Honorar wird vielleicht ! zu erzielen sein, doch könnte die Drucklegung an dem Bestehen einer solchen Forderung leicht scheitern.

Als Anmerkung in meinem Buche würde Ihre Arbeit verfliegen und sich zu leicht der Aufmerksamkeit entziehen. Ich habe diesen Gedanken so recht ernst nie gehabt, sondern nur mehr als List angewendet, um Sie zum

Schreiben zu bringen. Dieses Aus-
kunftsmittel bleibt als letztes
noch immer übrig?

Wenn Sie mir erlauben die kleinen
Änderungen anzubringen, die sich
nur auf einzelne Worte oder gar
Silben beziehen, und durchaus
Unwesentliches betreffen, so wür-
de dies die Procedur sehr
abkürzen?

Sie erinnern sich vielleicht noch
der Probleme über die Sonnen-
schwindungen, die ich Ihnen vor
einigen Monaten brieflich mit-
getheilt habe. Wenn Sie gelegent-
lich in einigen Zeilen auf die-
selben zurückkommen wollten,
würden Sie mich dadurch sehr
erfreuen.

Indem ich hoffe Ihnen bald
weitere Nachricht geben zu können,
Sie und die Ihrigen herzlich
grüssend

Ihr

ergebener

Prag 13t April 1884 E Mach

42

12

Geehrter Freund!

Es freut mich sehr, dass Sie bessere Aussichten haben. — [illegible] werde ich mir bei Ihnen abholen. Ich habe das Buch vor vielleicht 20 Jahren gelesen, weiss mich aber nicht mehr daran zu erinnern. Ihr Manuscript habe ich noch nicht an den Mann gebracht. Es wird aber hoffentlich gelingen.

Sie und die Ihrigen
herzlich grüssend

Ihr
aufr. Fr.

Prag 26t April 1884 E Mach

48.

Geehrter Freund!

Ich besitze von Ihnen Geschichten aus d. jüdischen Volksleben: Als Eisik wird täuzerig, Knurkenmacher etc. etc. Sie müssen aber ausser diesem Bändchen noch eins publiciert haben. Denn ich erinnere mich "die Lichtanzünderin" gelesen zu haben. Wo ist das erschienen?

Meine Frau hat nämlich mit grossem Vergnügen kürzlich diese Geschichten gelesen. Besonders entzückt ist sie aber vom "Hascherbentanz".

Wenn Sie mir den Fundort Ihrer übrigen Erzählungen angeben könnten, wäre ich Ihnen sehr dankbar.

Ihr Manuscript liegt noch bei mir.

Sie und die Ihrigen

herzlich grüssend

Ihr

aufr. Dr

Prag

E Mach

Geehrter Freund!

Calve in Prag nimt Ihre Schrift in Verlag und gibt Ihnen 50 Freiexemplare. Sie werden nächstens die Correctur erhalten.

Beiliegend send. ich Ihnen meine Correspondenz. Die Antworten, welche ich überhaupt nicht erhalten habe, lege ich natürlich nicht bei. Die Buchhändler sind ein protziges Volk.

Ich freue mich, Sie bald zu sehen.

Mit den herzlichsten Grüssen

Ihr

aufr. Fr

Prag 13t Mai 1884 E Mach

45

Geehrter Freund!

Heute hat mir Calve einen Abzug Ihrer "Umbildungen" geschickt. Ohne Ihre poëtischen Leistungen zu unterschätzen glaube ich doch, dass Sie auf dem Gebiet der positiven Kunst- resp. Musikanalyse am meisten leisten können, und dass dies Ihr eigentliches Gebiet ist.

Anknüpfend an die Bemerkung von Popper wünschte ich sehr, dass Sie einmal den Stil der einzelnen Meister analysiren. In Graz noch habe ich einmal in einem Kreise von Musikern den Vorschlag gemacht "musikalische Carricaturen" zu componiren auf Mozart, Beethoven u.s.w. Man hat mich zum Theil

65

Geehrter Freund!

Heute hat mir Calve einen
Abzug Ihrer "Umbildungen"
geschickt. Ohne Ihre poëtischen
Leistungen zu unterschätzen
glaube ich doch, dass Sie auf
dem Gebiet der positiven Kunst-
resp. Musikanalyse am meisten
leisten können, und dass dies
Ihr eigentliches Gebiet ist.

Anknüpfend an die Bemerkung
von Popper wünsche ich sehr, dass
Sie einmal den Stil der einzelnen
Musiker analysiren. In Graz noch
habe ich einmal in einem Kreise
von Musikern den Vorschlag ge-
macht "musikalische Caricaturen"
zu componiren auf Mozart, Beet-
hoven u.s.w. Man hat mich zum Theil

ausgelacht, zum Theil war man entrüstet. Ich hatte aber dabei eine ernste Absicht.

Durch die selbstthätige übertreibende Nachahmung, wird man viel klarer über das Wesentliche und Eigenthümliche des Stils eines jeden Componisten, als dies jemals durch das blosse Anhören geschehen könnte; man kann sich dasselbe dann zum vollen Bewusstsein bringen.

Ihr Verfahren in der letzten Schrift, in welcher Sie diese Methode eigentlich befolgen, ist ja ein vortreffliches Beispiel dafür.

Heute war Kareis bei mir in Prag. Am Samstag kommt Pisko von Karlsbad hier durch.

Grüssen Sie Fischer herzlich.

Die Stilanalyse fangen Sie nebenbei so einmal zum Spass an. Sie werden sehen, es wird sehr schön vorwärts gehen. Ich erinnere mich mit Vergnügen Ihrer Worte: "Wer die Zigeunertonleiter kennt, kann das alle Tage machen." Warum sollen gerade diese Dinge, die für die Psychologie so wichtig sind, immer in mystischen Nebel eingehüllt bleiben.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

Prag 3t Juni 1884

aufr. Ihr

E Mach

46

Liebster Freund!

Ich erinnere mich zwar nicht mehr
des Briefes in der Tappert-An-
gelegenheit, habe auch nicht mehr
dieselbe Ansichten, weiss aber, dass
ich mich damals ein wenig ge-
ärgert habe. So erklärt es sich
vielleicht.

Mit der Stylanalyse sollten Sie es
ähnlich machen wie mit der Melo
dienumbildung, an einigen Beispie
len den Leuten zeigen, wie man
das macht. Versuchen Sie an ir-
gend einem Satz einer Beethoven'
schen Symphonie einen Rückbildungs
process zu erdichten. Das wird Ihnen
unbewusst gelingen, und wenn Sie's
selbst gemacht haben werden Sie
wissen worin das Charakteristische
von Beethoven liegt. Ebenso
bei Mozart — Nur wenige Bei-

spielt. Die Leute die das in drei
Bänden ausführen werden sich schon
finden.
Ist das Heyse'sche Heft mit dem Kunsten-
macher schon erschienen? Den Brief
senden Sie mir nicht. Freytag wird
mir's ja glauben, wenn ich ihm's sag.

Sie und die Ihrigen herzlich grüssend

Ihr

ergebener

Prag 28 Juni 1884 E Mach

Wenn Sie einmal Zeit haben, möch-
te ich Sie bitten zu Prof Eder in
die Staatsgewerbeschule I Annagasse 3
zu gehen. Er hat mir empfindliche
photographische Platten in Aus-
sicht gestellt; ich bekomme aber jetzt
keine Antwort von ihm, entweder
weil er zu viel zu thun hat, oder aus
einem andern Grunde.

9. 7

Besten Dank. Laurencin hat mir sehr viel Spass gemacht. Morgen gehe ich mit Ludwig nach Steyr und komme von da in 4–5 Tagen nach Wien.

Herzlich grüssend

Ihr aufr. Fr.

Prag 5t Aug 1884

E Mach

48

Geehrter Freund!

Der Brief an Posko ist abgegangen. Sie werden hoffentlich bald Antwort bekommen.

Halten Sie sich einige Tage zu Hause; Sie verlieren sonst Ihren Husten nicht.

Den Brief von Heyse lege ich Ihnen wieder bei, da ich mit Freytag im Augenblick nichts anfangen kann. Ich hoffe jedoch bald eine günstige Gelegenheit zu finden.

Wenn Sie mir gelegentlich ein Programm der Wiener Staatsgewerbeschule verschaffen könnten, wäre ich Ihnen sehr dankbar.

Herzlich grüssend

Ihr

aufr. Fr.

Prag 18t Aug 1884

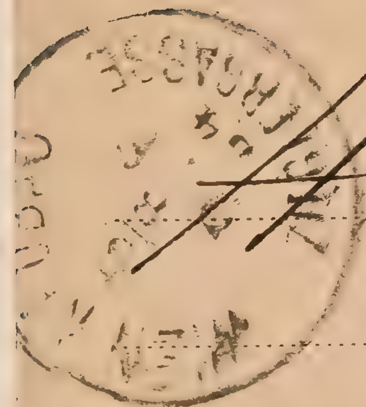
E Mach

4?

# Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.



Herrn E. Kulke

in
v } Wien

VII Mariahilferstr. (Böhm.)

70

49

Hochgeehrter Freund!

Ich glaube auch, dass es gut sein wird auf das Erscheinen der Novelle zu warten. Ich bin auch eben in d Lage F. eine Gefälligkeit zu erweisen und er wird mir später ungern etwas abschlagen.

Pisko habe ich Ihre Adresse mitgetheilt, damit die Sache nicht unnöthig verzögert wird. Ich fürchte nur, dass ihm der Brief nachlaufen muss, da ich noch keine Antwort habe.

Sollte Fr. die Aufnahmsprüfung nicht bestehen, so wird kaum etwas anderes zu thun sein, als ihn die vierte Gymnasialclasse wieder-

---

50

G. F.!

Unter Kreuzband send ich Ihnen eine kleine Schrift von Hiebler, die Sie Fischer mittheilen sollten. – Illustrirte gelesen; werde Freytag aufmerksam machen.

Kennen Sie Ferd. Gross in Wien? Wer ist das? Herzlich grüssend

Prag 25 Aug 1884 Mach

haben zu lassen. Das wird ihm ja keine Schwierigkeiten machen, und er kann, mit Verlust eines Jahres allerdings, in die Gewerbeschule übertreten. Die musikalische Laufbahn allein halte ich für sehr bedenklich, selbst im Falle eines bedeutenden Talentes.

Die "Mechanik" werde ich mir gleich ansehen.

Sie und Fritz

herzlich grüssend

Ihr

aufr. Fr

Prag 23t Aug 1884 E Mach




# Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.




Herrn E Kulke

in Wien
v

VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)

51.

Geehrter Freund!

Von Pisko habe ich Nachricht erhalten, und sehe dass er Ihnen geschrieben hat. Es wird wahrscheinlich doch das Praktikabelste sein, die 4te Gymnasialclasse zu wiederholen.

Eben frage ich mich, was bei der Unterrichtsmethode von Cornelius eigentlich geschieht. Warum denke ich an die Tannhäuser-Ouvertüre um eine Quarte zu erkennen. Es handelt sich offenbar um Verknüpfung eines Namens oder Zeichens mit einer Empfindung. Es ist eine Vermittlung des Schwereren durch das Leichtere.

57.

Geehrter Freund!

Von Pisko habe ich Nachricht erhalten, und sehe dass er Ihnen geschrieben hat. Es wird wahrscheinlich doch das Praktikabelste sein, die 4te Gymnasialclasse zu wiederholen.

Eben frage ich mich, was bei der Unterrichtsmethode von Cornelius eigentlich geschieht. Warum denke ich an die Tannhäuser-Ouverture um eine Quarte zu erkennen. Es handelt sich offenbar um Verknüpfung eines Namens oder Zeichens mit einer Empfindung. Es ist eine Vermittlung des Schwereren durch das Leichtere.

Ich erkenne leichter das Gesicht des Herrn Schmidt als ich mir eine bestimmte Nasenform merke. Das Erste ist jedermanns Sache, das zweite Sache des Malers. Ebenso die Tannhäuser-ouvertüre zu erkennen jedermanns Sache, die Quarte zu erkennen, Sache des Musikers.

*Warum* aber?

Die ganze Melodie, das ganze Gesicht bietet *mehr* Hilfen welche sich mit dem Namen und Zeichen verknüpfen??

Was meinen Sie?

Ich glaube, dass es gut wäre die Aesthetik fertig zu machen. Freytag nimmt *wahrscheinlich* ein *wissenschaftliches* Buch von Ihnen. Nur die Novellen müssen

wir wohl anderswo einen Verleger suchen.

Sie und die Ihrigen

herzlich grüssend

Ihr

ergebener

Prag 28t Aug 1884

Mach

G. F.! Wer ist R. F. der in d. N. f. Presse Naturwissenschaftliches bespricht? Danke für d Mittheilung über F. Gross; ich las kürzlich eine sehr hübsche Kleinigkeit von ihm.

Ich meinte: A. Schultz, Kunst u Kunstgeschichte. Leipzig Freytag 1884 (zwei schön illustrirte Bände 2 Mrk) Sie werden nicht viel Neues finden aber durch die Schreibweise wahrscheinlich angenehm berührt sein.

Herzlich grüssend

Ihr

ergebener

Prag 29 Aug 1884

Mach

Geehrter Freund!

Halten Sie es nicht für möglich P. Heyse um eine Vermittlung wegen Verlag Ihrer Novellen anzugehn? Es brauchte das gar nicht direct zu geschehen. Dem würde das doch nur ein Wort kosten.

Für die Zusendung d N. fr. Presse danke ich Ihnen bestens. Ich hatte das Blatt zufällig gesehen, weiss aber nicht wer R. F. ist.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

ergebener

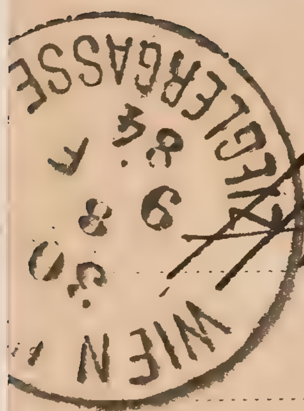
Prag 1 Sept 1884

E Mach

**Correspondenz-Karte.**

Korespondenční lístek.





Herrn E Kulke

in / v Wien

VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)

54

Geehrter Freund!

Sie würden mich sehr zu Danke verpflichten, wenn Sie die Güte hätten, sich in der Staatsgewerbeschule I Annagasse 3 baldigst nach den Aufnahmsbedingungen zu erkundigen, da ich jetzt für meinen Sohn ernstlich auf diese Schule reflectire.

Herzlich grüssend

Ihr

aufr. Fr.

Prag 17t Sept 1884 E Mach

Wie steht es mit Fritz?

56

Herzlichen Dank

Ihr

Prag 22t Sept 1884

[illegible]
Mach

56

Geehrter Freund!

Ich danke Ihnen herzlich für Ihre freundliche Zusendung. Seien Sie nicht böse, dass ich noch eine Bitte vorbringe. Es wäre mir lieb, ein Verzeichniss der an der höh. Gewerbeschule eingeführten <u>Bücher</u> zu erhalten. Dasselbe wird ohne Zweifel gedruckt beim Schuldiener zu haben sein. Man könnte sich daraus am besten über die nothwendige Vorbereitung orientiren.

Es freut mich dass Fritz die Prü-

55




Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.




Herrn E. Kulke

in / v Wien

VII Mariahilferstr. 70. (Böhm.)

fung verstanden hat und
zufrieden ist.
Sie und die Ihrigen
herzlich grüssend
Ihr
aufr. Fr.
Prag 23 Sept 1884 E Mach

5ᴺ

Geehrter Freund!

Was macht Ihre Ästhetik?
1884 ist bald um, und 1885
sollte das Buch erscheinen.
Ich glaube, dass Freytag ein wissen-
schaftliches Buch von Ihnen
gern nimmt. Er will aber von bellettr-
istischer Literatur nichts wis-
sen.
Wie geht es Fritz? Mein Ludwig
ist jetzt etwas gesünder.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

aufr. Er

Prag 27 Dec 1884

E. Mach

Herrn E. Kulke, Mariahilfer strasse 70 III

PROFESSOR E. MACH

58

---

G. F.!

Ich hatte viel zu thun und kann Sie erst heute begrüssen. In 14 Tagen hoffe ich Sie wieder zu sehen und ein grosses dickes Stück Ihrer Aesthetik dazu. Grüssen Sie Professor Benkendorf Dr Löwy d. H Rittmeister, Fritz

Ihr

aufr. Ihr

Prag 1t Mai 1885

Mach

---

Geehrter Freund!

Durch Dr Loewy, der jetzt in Prag ist, werde ich Ihnen eine Anzahl Exemplare senden. Senden Sie die Besprechung an Calve.

Herzlich grüssend

Ihr

aufr. Ihr

Prag 3t Sept 1885

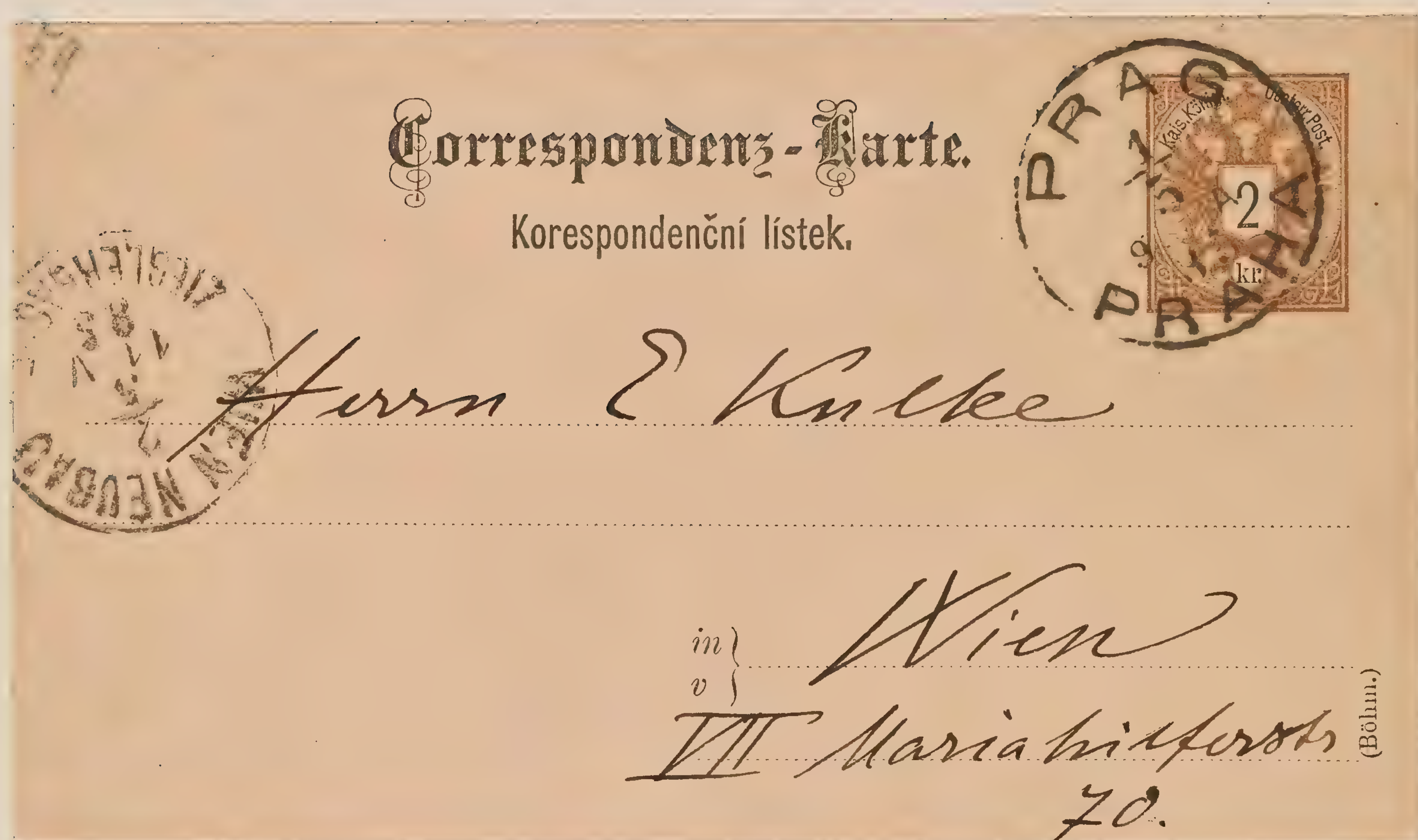
M

G. F.

Kommen Sie wo möglich heute 8 Uhr zu Kammerl. Morgen sollen Sie, Popper und ich zu Pisko in die Loge (Hofoper) kommen.

Herzlich grüssend

16t April 1885 M.






61. Geehrter Freund!

Ich schrieb an Hanslick ziemlich eindringlich <u>damals</u>, als Sie sich bei der "Deutschen Zeitung" bewarben. Seither habe ich ihm weder geschrieben noch mit ihm gesprochen. Es ist gewiss schön und gut, dass er sich die Sache so lange gemerkt hat.

Es wäre mir freilich lieber gewesen, wenn Sie eine <u>dauernde</u> gute Position gewonnen hätten, allein ich habe mich auch darüber herzlich gefreut.

Wenn Sie Popper sehen, so sagen Sie ihm, dass mir ~~[illegible]~~ Freytag auch <u>nicht</u> geantwortet hat.

Herzlich grüssend

Ihr

ergebener

Prag 7t Nov 1885 E Mach

Wie wäre es, wenn Sie in Wien das Doctorat erwerben würden. Mit dem Wagnerbuch als Dissertation, einem 2stünd. philosophischen und einem einstündigen Nebenrigorosum ist alles abgemacht. Kostet nicht viel und nützt Ihnen wahrscheinlich <u>doch</u>.

151 14

62

Professor E. Mach.

G. F.!
Herzlichen Dank für Ihre freundlichen Zeilen. – Von einer vollständigen Lösung des Räthsels ist keine Rede. Aber man wird ~~wissen~~ wie man weiter zu untersuchen hat, während H's Theorie scheinbar abgeschlossen ist, und doch über Vieles keine Auskunft gibt.

Herzlich grüssend

Prag 31 Dec 1885

Ihr aufr Er
Mach

L. F.!
Danke sehr für Ihre freundl. Zeilen. Meine Frau ist von den Erzählungen entzückt. Werde überlegen, was zu machen ist, sowohl in Bezug auf den Verlag als auch in Bezug auf H.

Herzlich grüssend

Ihr aufr Er

Prag 29 Aug 1887

E Mach

G. F.!
Der junge Darwin hat sich für
Ihre und meine Zusendung bedankt.
Schreiben Sie bald einige Zeilen.
Mit dem Wunsche Ihres besten Wohl-
seins herzlich grüssend
Ihr aufr. Fr
27 Dec 1885 E Mach






L. F.!
Ich war mehrere Tage bettlägerig
und kann Ihnen heute nur den Empfang
Ihrer freundl. Sendung bestätigen.
Mit herzlichen Grüssen

Ihr

Prag 10. Sept 1887

aufr. Ihr
E. Mach

---

Wo lebt P. Heyse?

Prag 13. Sept

M.

---

Wer hat Kompert's Ghettogeschichten
verlegt?

Herzlich grüssend

Prag

M.


65
Correspondenz-Karte.
Korespondenční lístek.
PRAHA
WIEN NEUBAU
Herrn E Kulke
in
v
Wien
VII Mariahilferstr
70
(Böhm.)


Correspondenz-Karte.
Korespondenční lístek.
PRAG
PRAHA
WIEN NEUBAU
ZIEGLERGASSE
Herrn E Kulke
in
v
Wien
VII Mariahilferstr
70
(Böhm.)


67
Correspondenz-Karte.
Korespondenční lístek.
PRAHA
WIEN NEUBAU
24
9
Herrn E Kulke
in
v
Wien
VII Mariahilferstr
70
(Böhm.)




L. F.!
Prof Jodl hat Ihre Arbeit über Tolstoi u. Herring sehr gut gefallen; er denkt dieselbe in der Jenaer Zeitschr. f. Philosophie unterzubringen.
Herzlich grüssend
Ihr
Prag 27 Oct 1887
aufr. Dr
E Mach

L. F.!
Es freut mich sehr. Nach Ihrer Karte hätte ich nicht gedacht, dass das "nächste" so bald sein würde.
Mit herzlichen Grüssen
Ihr
Prag 13 Nov 1887
aufr. Dr
E Mach

L. F.!
Danke bestens für Ihre freundliche Zusendung.
Herzlich grüssend
Prag

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

Herrn E. Kulke

in / v Wien

VII Mariahilferstr. 70

(Böhm.)

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

Herrn E. Kulke

in / v Wien

VII Mariahilferstr. 70

(Böhm.)

21

Lieber Freund!

Ihre Erzählungen habe ich bisher nicht angebracht. Wenn Sie nichts dagegen haben, möchte ich noch durch das Buchhändler-Börsenblatt einen Versuch machen. Darf ich dabei Ihren Namen nennen? In welchem Band von H's Novellenschatz ist "der Kunsten-macher" erschienen?

Was macht die Aesthetik?

Nach Weihnachten soll ich an die holländische Grenze gehn, nach Meppen, um dort zu schiessen.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

aufr. Dr

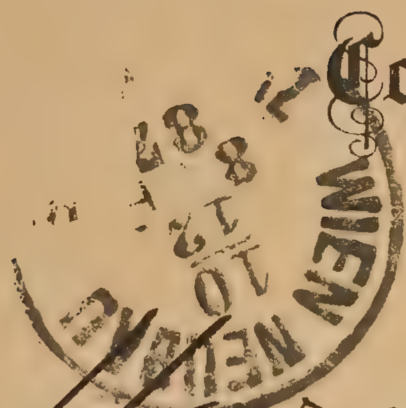
E Mach

Prag 5 Dec 1887

72

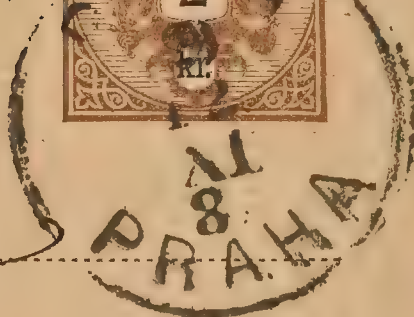
**Correspondenz-Karte.**

Korespondenční lístek.










Herrn E. Kalke

in / v Wien (Böhm.)

VII Mariahilferstr. 70

---

H. Fr.!
Doch konnte ich noch nicht erwidern.
Sie erhalten aber in wenigen Tagen
sichere Nachricht.

Herzlich grüssend
Ihr
aufr. Fr.
E. Mach

Prag 5. April 1888

---

H. Fr.!
Sie kennen ja die Adresse: Prof. Dr.
R. Falckenberg in Jena, können sich
mit dem Herrn direct auseinanderset-
zen und wählen, was Ihnen vortheil-
hafter scheint. Einem erweiterten Ab-
druck dürften auch nach dem Erscheinen
in der philos. Zeitschrift keine Hin-
dernisse im Wege stehen.

Herzlich grüssend Ihr aufr. Fr.
E. Mach

Prag 2. Mai 1888

L. F!

Ich werde also nichts unternehmen.

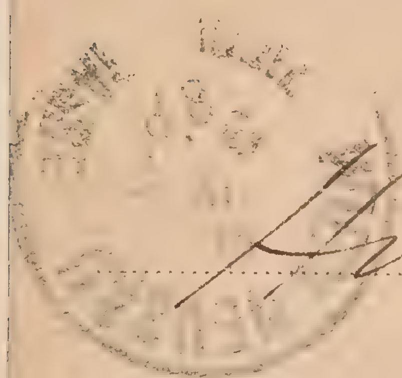
Herzlich grüssend

Ihr

Prag 8. Dec 1887

aufr. Dr

E Mach



Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

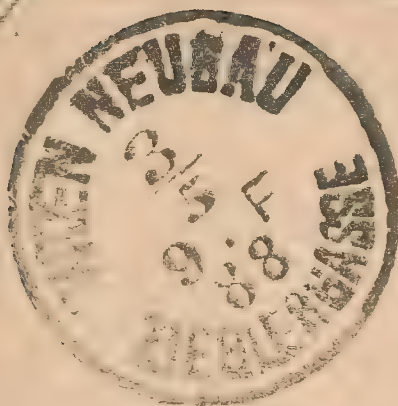



Herrn E Kulke

in
v
Wien

VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)




Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.




Herrn E Kulke

in
v
Wien

VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)

75

Hochgeehrter Freund!

Senden Sie mir Dodel's Exemplar; ich übergebe dasselbe, sobald er von der Ferienreise zurückkommt. Ob Stumpf für diese Dinge Verständniss hat, weiss ich nicht. Senden Sie ihm ein Exemplar; er kann Ihnen beim Verlag der Aesthetik behülflich sein. Falckenberg sollen Sie einsenden. Können Sie noch eins entbehren, so sende ich dasselbe an eine Freidenkerzeitschrift in Chicago. Hering würde sich gewiss auch über die Sache freuen.

Könnten diese Fragen nicht auch so behandelt werden?

Jeder Zustand der Gesellschaft setzt gewisse Normen des Handelns voraus, bei welchen das Individuum sich und seine Nachkommen erhalten kann. Diese Normen werden eine mittlere wirkliche praktische Moral vorstellen. Dass dazu

Hochgeehrter Freund!

Senden Sie mir Jodl's Exemplar; ich übergebe dasselbe, sobald er von der Ferienreise zurückkommt. Ob Stumpf für diese Dinge Verständniss hat, weiss ich nicht. Senden Sie ihm ein Exemplar; er kann Ihnen beim Verlag der Aesthetik behülflich sein. Falckenberg sollten Sie eins senden. Können Sie noch eins entbehren, so sende ich dasselbe an eine Freidenkerzeitschrift in Chicago. Hering würde sich gewiss auch über die Sache freuen.

Könnten diese Fragen nicht auch so behandelt werden?

Jeder Zustand der Gesellschaft setzt gewisse Normen des Handelns voraus, bei welchen das Individuum sich und seine Nachkommen erhalten kann. Diese Normen werden eine mittlere wirkliche praktische Moral vorstellen. Dass dazu

gegenwärtig die Moral der Bergpredigt *nicht* gehört, liegt auf der Hand. Im Gegentheil muss jeder zu Grunde gehen, der nach diesen Grundsätzen handelt und somit muss — gegenwärtig wenigstens — diese Moral aussterben.

# Die Handelnden selbst ändern den Zustand der Gesellschaft fortgesetzt. An die Stelle der früheren Übelstände und Leiden treten gerade in Folge der Entwicklung und der überkommenen Moral *neue*. Die Besseren erkennen diese zuerst und es schwebt ihnen zur Bekämpfung derselben eine ideale Moral der Zukunft vor, welche nur ganz allmählig in die Praxis übersetzt werden kann. (Jesus von Nazareth, Tolstoi, Budha ——)

Die ethische Entwicklung der Gesellschaft erscheint wohl im Wesentlichen als ein Kampf des Egoismus mit dem Mitleid. Erst herrscht der Egoismus allein. Der Mit-

mensch ist mir nur eine Sache zur Befrie-
digung meines selbst. Die Mittel werden aber
immer complicirter. Damit wird die Intelli-
genz in die Höhe getrieben. Der gesteiger-
te abstrahirende Verstand, die gestärkte
Phantasie entwickelt nun das Mitleid.
als neues unsern Vorfahren fast unbekann-
tes Leid und es ergibt sich die Nothwen-
digkeit unsere Moral aufs neue mit
den geänderten Verhältnissen in ein
provisorisches Gleichgewicht zu setzen.

Ist etwas Derartiges gemacht wor-
den? Einem Bedürfnisse würde es
jedenfalls entsprechen und aufklärend
wäre es auch.

Was macht die Aesthetik.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 5 Aug 1888

aufr Ihr
E Mach

Lieber Freund!

Im Ganzen war ich 14 Tage von Prag fort. Mit meinem ältesten Sohn habe ich in Meppen geschossen, bin dann auf einem kleinen Umweg über Norderney, Hamburg und Berlin nach Hause. Die letzte Woche war Popper hier.

Ihre Schrift über Tolstoj und Ihering habe ich mit Poppers Buch über die technischen Fortschritte nach Chicago an "The Open Court" geschickt, wo beides wahrscheinlich besprochen wird.

Nebst der Abhandlung über die Meppener Versuche habe ich jetzt das Gymnasialbuch fertig zu schreiben und dennoch Arbeit genug.

Popper sagt mir, dass Ihre Aesthe-
tik stetig vorwärts geht.
Mit herzlichen Grüssen an Sie
und die Freunde

Ihr

Prag 30 Sept 1888

aufr. Ihr
E Mach

77

Lieber Freund!

Kürzlich hatte ich mit Prof. Jodl eine Unterredung über Ihre Schrift (Tolstoi-Jhering). Ich bat ihn, die Punkte, in welchen er abweicht, schriftlich zu fixiren und sende Ihnen beiliegend seine Ausführung.

Wie ich höre, sind Sie augenblicklich bedrängt. Ich kann Ihnen, durch zwei Familien, eine ledige Schwester und locale Angelegenheiten in Anspruch genommen, augenblicklich nur beiliegende 5 fl senden, bitte Sie aber dieselben freundlich anzunehmen. Hoffentlich bessert sich bald Ihre Lage.

Herzlich grüssend
Ihr aufr. Fr.
E Mach

Prag 17t Oct 1888

---

L. F.!

Ich habe kürzlich ein Buch gesehen, das Sie interessiren dürfte:

Soret, des conditions physiques de la perception du beau. Genève 1892

Die Sache hat viele Ähnlichkeit mit meiner Analyse d. Empf., die S nicht kennt, nur rein ästhetisch.

Herzlich grüssend
Ihr ergeb
E Mach

Prag 26t Jan 1892

50

Lieber Freund!

Sie hören nichts von mir, da ich sehr fleissig an einem Buch arbeite. Nur in den letzten 3 Wochen war ich mannigfaltigen Störungen ausgesetzt.
Hoffentlich geht Ihre Aesthetik rasch vorwärts.
Das Buch von Dorel, welches ich nur flüchtig gesehen habe, wird Sie interessiren. Er untersucht die Fälle, in welchen ein ästhetischer Eindruck durch Wiederholung gleicher oder ähnlicher Eindrücke entsteht, und führt dafür viele Beispiele an. Auch in Bezug auf Literatur kommt er auf Vers und

48

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

Nur für die Adresse
Ponze pro adresu

PRAHA 27 1 92

WIEN 7/1 BESTELLT 28.1.92

E. Kulke

Schriftsteller

in / v Wien

VII Mariahilferstr 70

30

Lieber Freund!

Sie hören nichts von mir, da ich sehr fleissig an einem Buch arbeite. Nur in den letzten 3 Wochen war ich mannigfaltigen Störungen ausgesetzt.

Hoffentlich geht Ihre Aesthetik rasch vorwärts.

Das Buch von Donet, welches ich nur flüchtig gesehen habe, wird Sie interessiren. Er untersucht die Fälle, in welchen ein ästhetischer Eindruck durch Wiederholung gleicher oder ähnlicher Eindrücke entsteht, und führt dafür viele Beispiele an. Auch in Bezug auf Literatur kommt er auf Vers und

Reim zu sprechen. Selbstverständ-
lich kann dadurch nur eine ganz äusser-
liche Schönheit zu Stande kommen.
Das Literaturcapitel scheint mir
das schwächste. So z. B. ist der Ef-
fect der Wiederholung: Que diable
avait il à faire dans cette ga-
lère (Molière, Fourberie de Scapin)
meines Erachtens ganz falsch aufge-
fasst. Die Wiederholung wirkt
hier an sich nicht aesthetisch und
nicht komisch. Komisch ist nur,
wenn es nach und nach klar wird,
dass der Alte in seinem Geiz lieber
das Geschehene ungeschehen machen,
als sein Geld hergeben möchte.
Man blättert das Buch nicht
ohne Anregung durch. Die physio-
logischen Grundphänomene glaube

ich (Analyse d. Empf.) besser unter- sucht zu haben.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

Prag 30 Jan 1892

alter Freund
E Mach

86

Lieber Freund!

Sie haben recht, man soll sich nicht so selten schreiben.

Soret spricht von einer eigentümlichen Symmetrie zwischen rechts und links, die nicht zugleich sondern nach einander auftritt – beim Tanz.

Ähnliches komt übrigens auch in der Ornamentik vor, ich möchte die alternirende Symmetrie nennen. Wenn das rechte Auge auf a ruht, hat es dieselbe Empfindung, ~~als~~ wie das linke Auge, wenn es auf b ruht.


einfache Symmetrie



alternirende Symmetrie

Lieber Freund!

Sie haben recht, man soll sich nicht so selten schreiben.
Dorst spricht von einer eigentümlichen Symmetrie zwischen rechts und links, die nicht zugleich sondern nach einander auftritt – beim Tanz.
Ähnliches kommt übrigens auch in der Ornamentik vor, ich möchte die alternirende Symmetrie nennen. Wenn das rechte Auge auf a ruht, hat es <u>dieselbe</u> Empfindung, ~~als~~ wie das linke Auge, wenn es auf b ruht.



einfache Symmetrie




alternirende Symmetrie

In Bezug auf Sorets alternieren-
de Bewegungssymmetrie habe ich
einmal etwas höchst merkwürdiges
gesehen. Ein Philister P ging mit
seinem Hund H, der ein ebensogros-
ser Philister war spaziren.
P setzte abwechselnd langsam den
rechten und den linken Fuss vor,
und blies abwechselnd rechts und
links eine Rauchwolke hinaus.
Während dessen beschrieb H um
P als ruhend gedacht ganz gleich-
mässig die nebenstehende Curve.




Denkt man sich P in gleichmässiger
Bewegung, so ergibt sich folgendes
Bild:

No 80

PP die Bahn des Philisters
in möglichst gleichför-
miger Bewegung beschrie-
ben.
RRR der Rauch
seiner Pfeife
HHH die Bahn
des Hundes.

Ich habe nie zuvor
an lebenden Wesen
eine so automatische
Bewegung gesehen.
Schade, dass Sorel
nicht mehr lebt,
die Sache würde ihn
interessirt haben.

Ich glaube, dass der
Philister durch seine
regelmässigen Bewe-
gungen, den Hund,
den er wahrscheinlich
nicht von sich ~~hera~~,

gezwungen hat, sich diesen Bewegungen zu accomodiren. Die Curve ergab sich dadurch, dass der Hund, um den Drehschwindel zu vermeiden, unwillkürlich und unbewusst abwechselnd nach rechts und nach links umdrehte.
Und da lobt man noch die Regelmässigkeit in den Bewegungen der Planeten.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 6t Febr 1892

aufr. Ihr
E Mach

Haben Sie meine kleine Schrift „über die Gestalten d. Flüssigkeit und über Symmetrie"?

81

Lieber Freund!

Wir haben oft darüber gesprochen, dass sich Zustimmung zu aesthetischen Urtheilen nicht erzwingen lässt. Sie haben ja das auch in der Entwickl. d. Meinungen erörtert, und werden wohl kaum Widerspruch finden.

Die Zustimmung zu einem geometrischen Satz kann man durch Beweis erzwingen, aber doch auch nur bei dem normal begabten Menschen. Dem Idioten werde ich vergebens demonstriren, dass die Winkelsumme im Dreieck 2R ist, oder auch, dass $2 \times 2 = 4$ ist.
Der Unterschied in Bezug auf Geo-

81.

Lieber Freund!

Wir haben oft darüber gesprochen, dass sich Zustimmung zu aesthetischen Mittheilen nicht erzwingen lässt. Sie haben ja das auch in der Entwicklg. d. Meinungen erörtert, und werden wohl kaum Widerspruch finden.

Die Zustimmung zu einem geometrischen Satz kann man durch Beweis erzwingen, aber doch auch nur bei dem normal begabten Menschen. Dem Idioten werde ich vergebens demonstriren, dass die Winkelsumme im Dreieck 2R ist, oder auch, dass $2 \times 2 = 4$ ist.

Der Unterschied in Bezug auf Geo-

metrie und Aesthetik wird wohl darauf hinaus kommen, dass es sich bei ersterer um feinere Differenzen der individuellen Organisation nicht handelt, bei letzterer gerade diese in Betracht kommen. Eigentlich sind aber beide Urtheile an gewisse Bedingungen der Organisation gebunden.

Auch in Bezug auf Aesthetik gibt es gewisse einfache Verhältnisse, über die kaum ein Streit sein wird. Eine symmetrische Anordnung wird wohl ziemlich allgemein einer ganz unsymmetrischen, c e g wird c eis fis vorgezogen werden u.s.w.

Sie werden sagen: Das ist physiologisch und nicht aesthetisch. Ich frage aber mit V. Stern "wo ist die Grenze"

zwischen physiologisch u. aesthetisch? Ist nicht alles Aesthetische physiologisch?

Man kann allerdings nicht sagen: Ein nach *diesen* Regeln construirtes Ding muss *schön* sein. Vielleicht kann man aber sagen, wenn der Beobachter psychologisch *so* organisirt ist, so gefällt ihm *dies*. Was also in einer wissenschaftlichen Aesthetik allein untersucht werden und festgestellt werden kann, ist das *Verhältniss* des Objectes zum *Beobachter*.
Ist das richtig?

Mit herzlichen Grüssen

Ihr
ergebener
E Mach

Prag 12. Febr 1892

82.

Lieber Freund!

Hoffentlich ist Ihr Finger bald gut.

Sie interpellirten mich in Wien über eine Ansicht betreffend den ästhetischen Eindruck der Ebene, die ich ausgesprochen habe. Die Sache kommt mir durch das Sonet'sche Buch wieder in Erinnerung.

Die Sache kommt in d. Analyse der Empfindungen zweimal, § 53 und § 92.

An beiden Stellen meinte ich, dass die Ebene im Vergleich zu einer ganz unregelmässigen Fläche einen ästhetischen Werth hat, keineswegs den unbedingten Vorzug vor einer andern (z. B. Wellenflächen) was ja sehr von

Umständen abhängt.
Ich erkläre diesen Vorzug durch die Einfachheit, beziehungsweise durch die gleiche Beschaffenheit an allen Stellen, also ähnlich wie Soret durch die "Continuité", was auf dasselbe hinauskommt.
Das Princip der "geringsten Anstrengung" scheint Soret nicht bemerkt zu haben.

Ich glaube die Besprechung gesehen zu haben; sie ist mir aber damals im Drange der Geschäfte wieder abhanden gekommen.

Herzlich grüssend

Ihr

ergbr

E Mach

Prag 20 Febr 1892


83.

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

Nur für die Adresse
Pouze pro adresu

E Kulke
Schriftsteller
in / v Wien
VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)

PRAG PRAHA

WIEN 1.3.92

L. K.!
Hinterlassen Sie mir bei Kummer ob wir uns Sonntag Nachmittags beziehungsweise Abend treffen können. Freitag 27 Sitzungen.
Herzlich grüssend
Mach

[illegible] Sie [illegible] D M Rosengarden zu sehen, [illegible] zu gehn, [illegible] können kann [illegible]

[illegible] discontinuirlich, discret, weil wir [illegible] endlichen Anzahl von Begriffen und Namen dazu genöthigt sind, während die sinnliche Anschauung continuirlich ist. Es ist die Incongruenz von Arithmetik und Geometrie, die in Ihrem Beispiel mit der Uhr auftritt.

Herzlich grüssend
Ihr aufr. Ir
E Mach

Prag 27 Jan 1893

L. F.!
Danke sehr für Ihr ausführliches Schreiben. Ich habe gegen Ihre Ausführungen manche Bedenken und freue mich mündlich darüber mit Ihnen zu sprechen.

Herzlich grüßend

Ihr
aufr. Ihr
E Mach

Prag 29. Febr 1892

WIEN 7/1 60 BESTELLT 27.5.92 8.V

Correspondenz-Karte.

WIEN 6/1 56 27.5.92 7-8 V

An Herrn

E Kulke

in Wien

VII Mariahilferstr 70

Nur für die Adresse

85

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

PRAG 28 7 XI 93 PRAHA

Herrn E Kulke

Schriftsteller

in
v Wien

VII Mariahilferstr 70

Nur für die Adresse
Ponze pro adresu

WIEN 60 BESTELLT 8 V

L. F.!

Vergessen Sie nicht das Resumé Ihrer Aesthetik. Vielleicht finden Sie gelegentlich Zeit, mir die hübschen Talmudparodien aufzuschreiben.

Herzlich grüssend

Ihr aufr. Fr.

Prag 6 Juni 1893

E. Mach

---

87

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

PRAG 30 6 93 PRAHA

WIEN 60 BESTELLT 7/6 93 9.V

Nur für die Adresse
Pouze pro adr

Herrn E Kulke

in
v Wien

VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)

# Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

PRAG C PRAHA 93

WIEN 7/1 60 BESTELLT 1.6.93 10.V

Nur für die Adresse
Pouze pro adresu

E. Kulke

Schriftsteller

in / v Wien

VII Mariahilferstr. 70

WIEN 7/2 62 BESTELLT 1.6.93 9-10 V

---

L. Fr.!

Danke sehr für Ihre freundliche Zusendung. Habe ein Exempl. an Prof. Dedl abgegeben.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 30 Mai 1893

aufr. Ihr

Mach

175/6

Lieber Freund!

Wenn Sie mir ein Programm der Wiener Kunstgewerbeschule verschaffen könnten, wäre ich Ihnen sehr dankbar. Ich werde in nächster Zeit kaum nach Wien kommen können.
Gern würde ich wieder erfreuliche Nachricht von Ihnen und auch von Ihrer Aesthetik hören.
Mit den besten Wünschen für Sie und Fritz

herzlich grüssend

Prag 4 Okt 1893

Ihr alter Freund
E Mach

84

Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.

Nur für die Adresse
Pouze pro adresu

Herrn E Kulke
Schriftsteller

in
v Wien

VII Mariahilferstr 70

(Böhm.)

PRAG
PRAHA

WIEN
BESTELLT
3 ... 8 V.

90

Lieber Freund!

Ich hoffe, dass Sie bald wieder ganz hergestellt sein werden. Durch Popper habe ich erfahren, dass Ihr Vater gestorben ist, und drücke Ihnen hiermit mein herzliches Beileid aus.
Wir waren auch alle an Influenza krank, besonders ich. Ich habe dadurch ein Monat der schönsten Arbeitszeit verloren.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

Prag 17 Febr 1894 aufr. Ihr

E Mach

---

L. F.!
Ich höre durch Popper, dass Sie unwohl sind; wünsche Ihnen baldige Besserung. Ich war auch durch einige Wochen recht elend.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 1 Febr 1894 aufr. Ihr

E Mach

91

Lieber Freund!

Ich danke Ihnen herzlich für die viele Zeit, die Sie mir gewidmet haben. Grüssen Sie herzlich die beiden Popper und die anderen Freunde, sobald Sie dieselben sehen.

In alter Gesinnung

Ihr

aufr. ergeb.

E. Mach

Prag 25 Sept 1894

92

Lieber Freund!

Wenn Sie in Böhmen geboren sind, kann ich es veranlassen, dass Ihre Aesthetik von der Prager Gesellschaft subventionirt wird. Ich bitte Sie mir die betreffenden Daten und wenn möglich Abzüge Ihrer früheren Schriften zukommen zu lassen. Es würde mich sehr freuen, wenn es gienge.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

Prag 12 Dec 1894

aufr. Fr.

E Mach

Grüsse an alle Freunde

93.

Lieber Freund!

Es ist sehr schade, dass Sie nicht in Böhmen geboren sind. Ich glaube Sie schon einmal gefragt zu haben. Paschkis hat mich irre gemacht, indem er sich eine Hypothese nach seinem Wunsch bildete.

Die Discussion in d. philos. Gesellschaft kann ich mir vorstellen. Das Vorurtheil ist bei Naturforschern schwer genug zu überwinden, umsomehr bei Nichtnaturforschern. Höfler spricht ja in seiner Logik gegen Kirchhoff. Genau so würde sich Boltzmann verhalten, wenn er sich getrauen würde. Bei Kirchhoff selbst war der ganze Gedanke

nicht mehr als ein Aperçu, und
er hat nicht den Muth und die
Fertigkeit gehabt, ihn zu vertre-
ten, als F. Neumann ihn darüber
zu Rede stellte. Dennoch bin
ich Kirchhoff sehr dankbar, dass
er den Gedanken einige Jahre nach
mir ausgesprochen hat. Ich konn-
te ohne ihn lange reden.

Mit den besten Wünschen für
Sie und herzlichsten Grüssen an
alle Freunde

Ihr

Prag 15 Dec 1894 aufr. Ihr

E Mach

Soll ich nicht Jodl wegen eines Verle-
gers der Aesthetik fragen?
Waren Sie bei der Versammlung d. ethischen
Gesellschaft?

94

# Correspondenz-Karte.

Korespondenční lístek.



Nur für die Adresse
Pouze pro adresu

Herrn E Kulke

Schriftsteller

in / v Wien

VII Mariahilferstr. 70

(Böhm.)

95

Lieber Freund!

Ich danke Ihnen für Ihre "4 Dimensionen", die mir Vergnügen gemacht hat, und bitte gelegentlich um die "Töpferscheibe", wenn Sie S. A. erhalten sollten.

Ein Brief von Jodl, aus welchem Sie alles Nöthige ersehen können liegt bei. Auch mit Marty habe ich gesprochen, derselbe hat mir aber mitgetheilt, dass er mit <u>seinen</u> Verlegern keine angenehmen Erfahrungen gemacht hat.

Mit den besten Wünschen und herzlichen Grüssen

Ihr aufr. Ihr

Prag 25 Dec 1894

E Mach

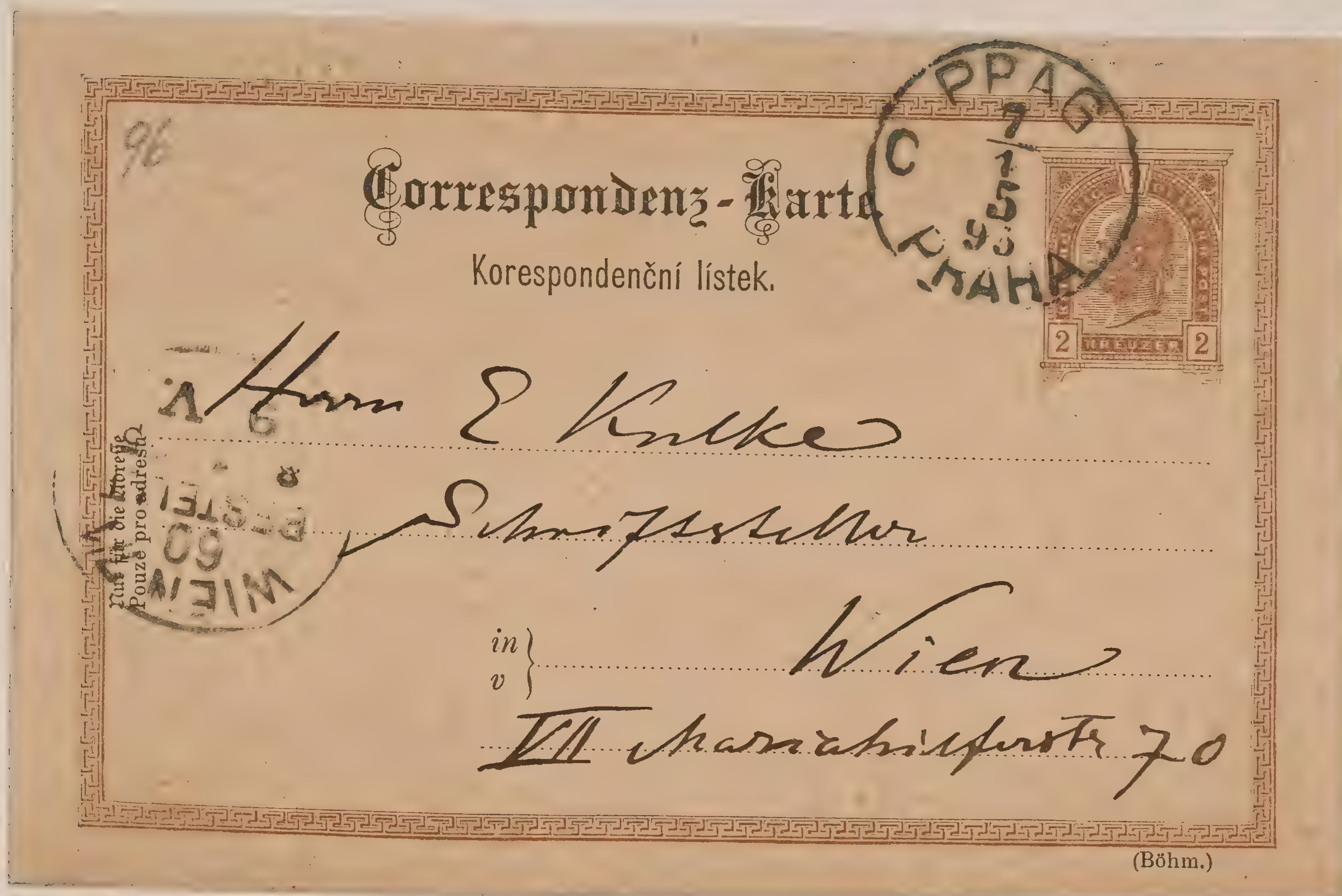
H. F.!
Suchen Sie jedenfalls mit Dodl zu sprechen. Auch ohne geladen zu sein, können Sie zur Versammlung gehen. Ich bereite hier das Nöthige vor.

Herzlich grüssend

Ihr

Prag 20t Dez 1894

ergr Dr Mach



96

Correspondenz-Karte

Korespondenční lístek.

PRAG 7 1/5 95 PRAHA

Nur für die Adresse
Pouze pro adresu

WIEN 60 BESTEL. 2 V.

Herrn E. Kulke

Schriftsteller

in
v } Wien

VII Mariahilferstr. 70

(Böhm.)

Lieber Freund!

Die Töpferscheibe habe ich gelesen, wie alles was von Ihnen komt, nicht ohne Gemüthserregung.
Stellenweise war ich auch humoristisch angeregt. Ich habe z. B. Littrow <u>nie</u> in einer so liebenswürdigen Beleuchtung gesehen, wie jener, in die Sie ihn gestellt haben.
Dann hat es mir leid gethan, dass Sie den armen Jungen so schnell umgebracht haben. Es hätte aus dem Menschen noch etwas werden können. Ich habe starken Verdacht, dass Sie nicht weiter haben <u>schreiben</u> wollen. Aber Kulke,

L. F.!
Danke ~~sehr~~ für die Töpferarbeite

Herzlich grüssend

Prag 7t Jan 1895 M.

was wird den einen Menschen um-
bringen, weil er die Feder nicht
mehr austauschen will! Da sind
ja die Parzen nicht einmal so grau-
sam!
Dann – was wird den der "grosse Bär"
dazu sagen, dass Sie das Geheimniss
seiner Carriere offenbaren!

Scherz bei Seite! ich habe mich
sehr gut unterhalten. Die Sache
hat auch Tendenz. Jetzt liest
es meine Frau.

Herzlich grüssend

M

Prag 8t Jan 1895 aufr. Ihr
E Mach

Grüssen Sie Dr Paschalis bestens.

185


98
Correspondenz-Karte.
Korespondenční lístek.
Herrn E Kulke
Schriftsteller
Wien
VII Mariahilferstr 70
Nur für die Adresse
Pouze pro adresu
in
v
PRAG
C
PRAHA
(Böhm.)


99
Correspondenz-Karte.
Korespondenční lístek.
Herrn E Kulke
Schriftsteller
Wien
VII Mariahilferstr 70
Nur für die Adresse
Pouze pro adresu
in
v
PRAG
C
PRAHA
(Böhm.)

L. F.!

Sobald ich Dodel sehe, werd ich Ihnen fragen.
— Ich verstehe ganz gut, warum K. so früh stirbt. Ich habe mir das auch als eine Heredität vom Oheim her erklärt, der ja auch pathologisch war.

Herzlich grüssend

Prag 14 Jan 1895 Ihr aufricht.

E Mach

---

H. F.!

Man kann eigentlich jedes das bürgerlich nothwendige überschreitende Intelligenzmaass als eine pathologische Hirnveränderung betrachten — vom Standpunkt des Philisters. Die Menschen *leiden* auch darunter.

Besten Erfolg u. herzlichen Gruss

Prag 16 Jan 1895 E M

106)

Lieber Freund!

Ich danke Ihnen für Ihre freund-
lichen Zeilen; ich bin ganz ein-
verstanden. Die Sache wird noch
viel Widerstand finden, doch
wächst die Zahl der Zustimmenden
allmählig. Prof. P. Drude in
Leipzig hat sich in seiner An-
trittsvorlesung mir ganz an-
geschlossen.
Meine Frau hat die "Töpferschei-
be" gelesen; ihr Resumé war:
"Über den "Glasscherbentanz" geht
nichts. Sie dürfen von einer Frau
nicht verlangen, dass sie densel-
ben Geschmack hat wie wir, ob-

gleich ihr der Sinn für wissenschaftliche Aufklärung gar nicht abgeht. Sie war z. B. einmal ganz ausser sich, als ich ihr die Irrationalität des Verhältnisses der Diagonale und Seite eines Quadrates erklärte, und meinte, das sei etwas so Schönes und "Wirkliches", das jeder, auch jede Frau wissen sollte.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr

Prag 4t Febr 1895

aufr. Ihr

E Mach

Wenn Sie etwas wirklich Gutes und Schönes lesen wollen, sehen Sie sich "Griechische Denker" von Gomperz an

101

Lieber Freund!

Im Vertrauen theile ich Ihnen also mit, dass wenn nicht ganz unvorhergesehene Hindernisse eintreten, ich zum nächsten Wintersemester nach Wien übersiedle. Es ist mir gerathen worden, von der Sache nicht zu sprechen, damit die Pf. nicht Spielraum gewinnen.

Mit herzlichen Grüssen

Ihr aufrichtiger

Prag 28/III 95

E. Mach

Dienstag Abend war ich noch bei Popper.

102

Correspondenz-Karte.

Herrn

E. Kulke

Schriftsteller

in Wien

VII Mariahilferstr 70

Nur für die Adresse

WIEN

WIEN 60 BESTELL

103 Lieber Freund!

War gestern von 3–5h NM bei Popper; welcher nachher zu seinem Bruder gefahren ist. Bis 8½ habe ich Sie im Zimmer erwartet, da Sie auch unten nicht waren, und mich von dort der Rauch vertrieb, war ich im englischen Hof.

Meine Sache scheint im Wesentlichen gut zu stehen. Allerdings weiss man nicht, was im letzten Augenblick geschieht.

Muss ~~morgen~~ heute Dienstag noch hier bleiben, und fahre Mittwoch früh ab. Vielleicht sehe ich Sie vorher noch.

Herzlich grüssend

Ergebenst Ihr

Mach

---

L. F.!

Können Sie mir die beiden Briefe bringen, die ich Ihnen aus Anlass der Debatte über meinen vorjährigen Vortrag schrieb?

Herzlich grüssend

Mach

Bin gestern Abends sehr spät angekommen. Komme heute Nachmittags wahrscheinlich ins Café [illegible].

Herzlich grüssend

19. Mai

M

---

Herrn E Kulke, Mariahilferstrasse 70

Professor E. Mach

Kommen Sie heute Abend 8 Uhr wo möglich zu Strassburger
Popper kommt auch hin

---

L. F.!

Können wir uns im Café [illegible] Stubenring Ecke d. Wollzeile oder in d. Ausstellung treffen gegen vier Uhr? Ich werde früher kaum frei sein. Gehe gern in die Ausstellung, den Ort der Zusammenkunft müssen Sie bestimmen. Hz. Mach

---

Professor E. Mach

Herzliche Glückwünsche! Habe durch Hanslick Nachricht erhalten.

---

Herrn E. Kulke
Mariahilferstrasse 70

PROFESSOR E. MACH

103

Lieber Freund!

War gestern von 3–5h NM bei Popper, welcher nachher zu seinem Bruder gefahren ist. Bis 8½ habe ich Sie im Zimmer erwartet, da Sie auch unten nicht waren, und mich von dort der Rauch vertrieb, war ich im englischen Hof.

Meine Sache scheint im Wesentlichen gut zu stehen. Allerdings weiss man nicht, was im letzten Augenblick geschieht.

Muss ~~morgen~~ heute Dienstag noch hier bleiben, und fahre Mittwoch früh ab.

Vielleicht sehe ich Sie vorher noch.

Herzlich grüssend

Ihr alter und

Mach

L. F.!

Können Sie mir die beiden Briefe bringen, die ich Ihnen aus Anlass der Debatte über meinen vorjährigen Vortrag schrieb?

Herzlich grüssend

Bin gestern Abend sehr spät angekommen. Komme heute Nachmittags wahrscheinlich ins Café [illegible].

Herzlich grüssend

19. Mai M

Herrn E. Kulke, Mariahilferstrasse 70

Professor E. Mach.

Kommen Sie heute Abend 8 Uhr wo möglich zu Strassburger. Popper kommt auch hin

L. F.

Können wir uns im Cafe [illegible] Stubenring Ecke d. Wollzeile oder in d. Ausstellung treffen gegen vier Uhr? Ich werde früher kaum frei sein. Gehe gern in die Ausstellung, den Ort des Zusammentreffens müssen Sie bestimmen. Hz. Mach

Herrn E. Kulke
Mariahilferstrasse 70

PROFESSOR E. MACH

Professor E. Mach

Herzliche Glückwünsche! Habe durch Hanslick Nachricht erhalten.

Herrn E. Kulke VII
Mariahilferstr. 70.

PROFESSOR E. MACH

Herrn E. Kulke
Mariahilferstr. 70. III

Prof. Dr. E. Mach

Prag
Deutsche Universität.

Ich erwarte Sie jetzt im Café
neben d. Hôtel Kummer

M

Dieses Couvert enthält einen Nekrolog auf Ernst Mach.
Er soll unmittelbar nach dem Ableben Mach's an Prof.
Ostwald zur Veröffentlichung eingesendet werden; wenn er
ihn nicht acceptiert, so soll er anderswo gedruckt werden;
der Herr Paul Tausig soll diese Angelegenheit in die Hand nehmen.

Josef Popper

Wien den 17 Juni 1913

ZENSURIERT

*Die Daten im dienstlichen Eingange der mittels Typendruckapparates ausgefertigten Telegramme bedeuten: 1. den Namen des Aufgabeamtes, 2. die Aufgabenummer, 3. die Wortzahl (eventuell in Bruchform), 4. den Monatstag und 5. die Stunde und Minute der Aufgabe.*

*Gattung:* ............ *Eingangsnummer:* 444

*Die Telegraphenverwaltung übernimmt hinsichtlich der ihr zur Beförderung oder Bestellung übergebenen Telegramme keine wie immer geartete Verantwortung.*

josef popper

woltergasse 2 wien hietzing =

*Dienstliche Angaben:*

*Telegramm*

*aus*

*Aufgenommen von* ......... *auf Ltg. Nr.* ......
*am* ..../.... *191*.... *um* .... *Uhr* .... *M.* .... *Mitt.*
*durch:* ..........

BLN 6 24 FEB KPF

403 berlin fd 664 51 24/2 1,17 = *......) aufgegeben am ..../.... 191 .... um .... Uhr .... M. .... Mittag.*

hochverehrter freund im anschlusse an den nekrolog ist ein zweiter wissenschaftlicher artikel ueber mach erworben und bereits gesetzt zu meinem groessten bedauern ist ein zweiter aufsatz uebeer dasselbe thema in naechster zeit unmoeglich vielleicht kann andere vereinbarung getoffen werden brief folgt = verehrungsvolle gruesse von klaar +

D. S. Nr. 769. (Auflage 1915.)

1

Es ist keine Übertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die eine solche Höhe in ihren wissenschaftlichen Leistungen, in ihren philosophischen Bestrebungen u. Gesinnungen u. zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten oder auch haben, wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, ~~[illegible]~~ nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika u. selbst in Indien u. Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter so rapid gesteigert, u. wohl es ~~ihm natürlich~~ wesentlich im Gebiete der Philosophie an Gegnern nicht fehlt, so ist doch auch in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung nun so anerkannte, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf M.s Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte ihn in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgend einen anderen Autor. Ein weiteres gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses der ~~Ansichten~~ Ideen ist die Thatsache, daß Autoren sehr verschiedener Gebiete ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich auf diese ~~Ansichten~~ Ideen stützten u. die bedeutenden Anregungen hervorheben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, „die historische Entwicklung" von Ludo Hartmann u. a. mehr.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein, ~~jetzt~~ (im J. 1883 zum Erscheinen u.) schon in 7. Auflage vorliegendes, Werk „die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntniß der ~~großen Forsch.~~ Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse u. Kritik ihrer Grundlehren, u. ~~[illegible]~~ zugleich mit dem positiven Zweck: ~~der Bestrebung~~ alles Metaphysische, das in ihnen offen oder verstellt liegt, so gründlich als möglich ~~[illegible]~~ hervorzuheben u. zu beseitigen.

Wer, ohne sich besonders in die ~~Metaph.~~ Mechanik zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art zu kritisieren gewin-

ZENSURIERT

*Die Daten im dienstlichen Eingange der mittels Typendruckapparates ausgefertigten Telegramme bedeuten: 1. den Namen des Aufgabeamtes, 2. die Aufgabenummer, 3. die Wortzahl (eventuell in Bruchform), 4. den Monatstag und 5. die Stunde und Minute der Aufgabe.*

Gattung: ........ Eingangsnummer: 446

60

josef popper

woltergasse 2 wien hietzing =

*Die Telegraphenverwaltung übernimmt hinsichtlich der ihr zur Beförderung oder Bestellung übergebenen Telegramme keine wie immer geartete Verantwortung.*

*Dienstliche Angaben:*

*Telegramm*

*aus*

*Aufgenommen von ...... auf Ltg. Nr. ......*
*am ...... 191 ... um ... Uhr ... M. ... Mitt.*
*durch: ......*

BLN 6 24 FEB KPF

403 berlin fd 664 51 24/2 1,17 = ......) *aufgegeben am* ...... 191 ... *um* ... *Uhr* ... *M.* ... *Mittag.*

hochverehrter freund im anschlusse an den nekrolog ist ein zweiter wissenschaftlicher artikel ueber mach erworben und bereits gesetzt zu meinem groessten bedauern ist ein zweiter aufsatz uebeer dasselbe thema in naechster zeit unmoeglich vielleicht kann andere vereinbarung getoffen werden brief folgt = verehrungsvolle gruesse von klaar +

D. S. Nr. **769.** (Auflage 1915.)

1

Es ist keine Übertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die eine solche Höhe in ihren wissenschaftlichen Leistungen, in ihren philosophischen Bestrebungen u. Gesinnungen u. zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten oder auch haben, wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika u. selbst in Indien u. Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter so rapid gesteigert, u. wohl es wesentlich ~~eine erheblich~~ im Gebiete der Philosophie an Gegnern nicht fehlt, so ist doch auch in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so anerkannte, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf M. Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitiert ihn in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgend einen anderen Autor. Ein weiteres gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses der M. Ideen ~~Ansichten~~ ist die Tatsache, daß Autoren sehr verschiedener Gebiete ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich auf diese ~~Ansichten~~ Ideen stützten u. die bedeutenden Anregungen hervorhoben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, „die historische Entwicklung" von Ludo Hartmann u. a. mehr.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein, ~~jetzt~~ (im J. 1883 zum Erscheinen u.) schon in 7. Auflage vorliegendes, Werk „die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntniß der ~~großen Forscher~~ Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher ungewohnten Kraft der Analyse u. Kritik ihrer Grundlehren, u. mit dem positiven Zweck: ~~das Bestreben~~ alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich ~~zu~~ hervorzuheben u. zu beseitigen. Wer, ohne sich besonders in die Mach'sche Mechanik zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art zu kritisieren gewin-

2 2

ner will, der braucht bloß die Untersuchung über die Beweise des Gesetzes für das Gleichgewicht beim Hebel zu lesen, eines Gesetzes, das schon in den unteren Klassen gelehrt, also sehr allgemein bekannt ist. diese Kritik X ~~halte~~ ich zugleich für eine der stärksten Partien seines Werks. Γ

In seinen antimetaphysischen Bestrebungen schritt Mach, während er als Physiker stets in seinem Fache ~~weiter~~ fort arbeitete, immer ~~auf~~ weiter in das eigentlich philosophische Gebiet, ~~u.~~ u. publizierte im J. 1886 seine die ~~u.~~ „Analyse der Empfindungen", die ~~sehr~~ spät zur Wirkung gelangte, so daß 3 erst 14 Jahre nachher eine zweite, allerdings sehr erweiterte Auflage erschien, später aber ~~zu~~ in so rascher Weise Beachtung fand, daß jetzt bereits die 6. Auflage ~~vorliegt~~ u. Übersetzungen in mehreren Sprachen vorliegen. Auch ~~in~~ diesem geradezu revolutionär wirkenden Buche liegt die Ansicht zu Grunde, daß „alles Metaphysische als müßig u. die Ökonomie der Wissenschaft störend, zu eliminieren sei." Im J. 1905 erschien dann „Erkenntnis u. Irrtum", in welchem Werke eine unglaubliche Fülle von Ideen u. kritischen Untersuchungen enthalten u. das gewissermaßen als eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten Forschungen zu betrachten ist. Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf „autochthone" Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen."

Mit der „Mechanik" u. der „Analyse der Empfindungen" sind wohl die Hauptrichtungen der Mach'schen ~~Licht~~ Forschung u. zugleich ~~die~~ ihre hervorragendsten Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt einen Begriff von der Vielseitigkeit ~~der~~ seiner Arbeiten.

In allererster Linie war Mach als Forscher u. als Lehrer Physiker. Hier bewährte er sich namentlich als Experimentator im Gebiet der Optik u. Akustik, als meisterhafter Aufklärer u. Darsteller physikalischer Tatsachen u. Theorien, sowie

X sowie die ~~nebst der~~ über den Massebegriff u. die Absolutheit von Raum u. Zeit ~~u. seine Kritik des Temperaturbegriffs in der „Wärmelehre"~~

Γ die Mechanik wurde in die Sprachen aller zivilisierten Nationen übersetzt, hat alle früheren Werke über ~~die~~ Geschichte der Mechanik vollständig verdrängt u. gilt sowohl für die Forscher als für die Studierenden als Standardwerk.

als Autor zahlreicher Einzeluntersuchungen in fast allen Kapiteln der Physik. Am bekanntesten im großen Publikum sind seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der ballistischen Aerodynamik; er war in der That der erste, dem es gelang fliegende Projektile nebst der sie umgebenden Luftmassen photographisch zu fixieren. Dabei publizierte er selbständige Werke physikalischen Inhalts, unter jenen über die Helmholtz'sche Musiktheorie u. die im J. 1896 erschienenen Prinzipien der Wärmelehre; letzteres Werk zeigt eine unglaubliche Kraft in Klarstellung der Grundbegriffe u. Theorien der Wärmelehre u. bringt zugleich sehr wertvolle philosophische Betrachtungen, die weit über das Gebiet der bloßen Physik hinausreichen. Von Vielen wurden die "Prinzipien der Wärmelehre" der "Mechanik" an Bedeutung gleichgestellt.

Ein spezielles Gebiet Mach's war das historisch-kritische. Nicht nur gehören hieher die eigentlich kritischen großen Werke: Mechanik u. Wärmelehre, sondern auch die kleineren: "Geschichte der Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit" aus dem J. 1872 u. die im J. 1892 erschienene "Geschichte u. Kritik des Carnot'schen Wärmegesetzes", welche beiden Abhandlungen jeder, der sich für den Energiebegriff interessiert, mit größtem Nutzen lesen wird. Und in den Populären wissenschaftlichen Vorlesungen, die im J. 1896 in ihrer ersten, seither in 3. Auflage erschienen, ist ein Ideenreichtum u. eine Klarheit über viele Fragen der Naturwissenschaft u. Erkenntnistheorie geboten, wie kaum in einem anderen Werk ähnlicher Tendenz, wohl nur noch in den populären Vorträgen von Helmholtz.

Weniger allgemein bekannt ist, daß Mach im Gebiete der Physiologie sehr bedeutende Entdeckungen machte u. es auch hier zahlreiche wertvolle Einzelforschungen lieferte. In erster Reihe steht da die (auch von J. Breuer) gemachte Entdeckung, daß die "Otolithen", das sind die im Vorhof des Labyrinths befindlichen Hörsteinchen, Gleichgewichtsorgane sind, wodurch wir immer wissen, in welcher Lage zur Erde wir uns befinden, also, ob wir im Gleichgewicht

4

sind oder nicht, derart, daß Taubstumme, bei denen dieses Organ ~~fehlt~~ zerstört ist, ihr Gleichgewicht nur sehr schwierig behaupten können. Die Bedeutung solcher kleiner fester Körperchen in Organismen wurde vom Botaniker Haberlandt, durch Machs Otolithenforschung angeregt, auch für die Pflanzenwelt konstatiert. Die theoretische Grundlage für die Fragen der Gleichgewichtsempfindungen und anderer zugehöriger Fragen der Physiologie gab Mach in dem originellen Werke über Bewegungsempfindungen, das über sehr merkwürdige Experimente und wichtige Konsequenzen derselben berichtet.

Eine ganze Reihe von physiologischen Untersuchungen über die Funktionen des Auges, namentlich jene der Netzhaut, verdanken wir ebenfalls Mach, so namentlich über die Abhängigkeit der Netzhautstellen voneinander ~~(aus dem J. 1868)~~, das Sehen von Lagen und Winkeln durch die Bewegung des Auges, über das Aufrechtsehen der Gegenstände u. a.

Sehr lebhaft interessierte sich Mach für den Unterricht in den Naturwissenschaften und für die Bildungsfragen überhaupt. Er verfaßte nicht nur Lehrbücher der Physik für Mittelschulen und erfand eine ganze Anzahl von Apparaten für Vorlesungsversuche — wir erinnern nur an die sog. „Mach'sche Longitudinal-Wellenmaschine" —, ~~Linien auf~~ in den meisten Schulen benützt, sondern publizierte auch (im J. 1886) eine sehr geschätzte Abhandlung über den relativen Bildungswert der philologischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer für höhere Schulen, die jetzt in der Sammlung seiner populären Vorträge enthalten ist.

Im Verlaufe seines fortgesetzten Nachdenkens entwickelte sich aber Machs Thätigkeit, wie schon gesagt, immer mehr in philosophischer Richtung. Sie begann mit den Studien über die Methoden der rein naturwissenschaftlichen Forschung, erweiterte sich dann zu einer allgemeineren Untersuchung über den Ursprung, den Gang und den Wert der Wissenschaft überhaupt und behandelte in ihren äußersten Ausläufern das Thema der ~~die Frage nach~~ Berechtigung und Elimination der Metaphysik. Von den Problemen, die in das rein philosophische Gebiet gehören,

behandelte Mach namentlich das Ich-Problem, wie sich bei ihm von selbst versteht, stets in seiner nüchternen, klaren, … Geist-reichthum wie von Spitzfindigkeit u. bohrendem Scharfsinn freien Art des Argumentirens.

[Problem des Verhältnisses von Physischem u. Psychischem, ~~u.~~ des Kausalitäts- u. das]

Eine ganze Anzahl ~~von~~ seiner erkenntnistheoretischen Resultaten ist bei Fachleuten wie bei Laien der Philosophie bereits populär u. wird ~~soweit man sehen kann~~ [in weiten Kreisen] als bleibender Gewinn für die Philosophie betrachtet. Jeder Gebildete kennt wohl Machs Prinzip von der Ökonomie des Denkens als Wesen aller wissenschaftlichen Thätigkeit, die nämlich darin besteht: die Thatsachen auf die einfachste Weise vollständig zu beschreiben, wie das später auch der Physiker Kirchhoff behauptete, sowie das andere Prinzip: die Wissenschaft entsteht durch Anpassung der Gedanken an die Thatsachen u. Anpassung der Gedanken untereinander. Das große u. vielumstrittene Problem des Unterschiedes von Geistigem u. Körperlichem behandelte Mach auf zweierlei Weise, von denen jede sehr viel für sich hat. ~~In der Analyse der Empfindungen~~ In beiden ~~…~~ läßt Mach einen wesentlichen Unterschied zwischen beiden gar nicht gelten, u. ~~sagt~~ drückt sich hierüber in der „Analyse der Empfindungen" ungefähr folgendermaßen aus: die ganze innere u. äußere Welt setzt sich aus einer Zahl von für uns heute nicht weiter auflösbaren Elementen, sogen. „Empfindungen" zusammen, aus Farben, Tönen, Wärmen, Drucken, Räumen, Zeiten u. s. w. Wenn man nun auf die Abhängigkeit dieser Elemente voneinander achtet, so nenne man sie physisch, wenn aber auf ihre Abhängigkeit von unserem Organismus, so treibt man Psychologie."

[die beide das fundamentale Resultat ergeben, daß das Physische u. Psychische in der Wurzel ganz identisch sind.]

In „Erkenntniß u. Irrthum" sagt Mach: „die Gesamtheit des für alle im Raume unmittelbar Vorhandenen mag als das Physische, dagegen das nur einem unmittelbar Gegebene, allen anderen aber nur durch Analogie Erschließ-

6

bare vorläufig als das Physische bezeichnet werden: die Gesamtheit des uns Einem unmittelbar Gegebenen wollen wir auch dessen (engeres) Ich nennen." Von fundamentaler Wichtigkeit ist (ferner) Machs Elimination des Kausalitätsbegriffs u. dessen Ersetzung durch den Functions= d. i. den Begriff allseitiger Abhängigkeit aller Vorgänge; nicht minder eingreifend ist die totale Aufhebung des Substanzbegriffs. F

Es ist natürlich hier nicht der Platz auf diese Problemlösungen näher einzugehen, auch schon darum muß ich es mir versagen, weil ich in Philosophie kein Fachmann bin. Nur über Machs Behandlung des Ich=Problems mögen nun einige Worte gesagt werden. Das Resultat dieser Behandlung ist ein vollständiges Verleugnen unseres Ich; es sei nur die „Zusammenfassung der mit Schmerz u. Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit", u. die Abgrenzung des Ich stelle sich daher instinktiv her. Die (oben definierten) Elemente seien das Primäre u. nicht das Ich, denn jene bilden erst das Ich. Das Ich sei unrettbar, u. es sei nur Sache der Gewohnheit geworden, den unanalysierten Ich=Komplex als eine unteilbare Einheit zu behandeln." Diese Annullierung des Ich erinnert offenbar an die gleiche Grundauffassung des Buddhismus, u. wie mir Mach mitteilte, wurde seine Behandlung dieses wohl bedeutendsten aller Probleme sogar in Indien für die Agitation für die buddhistische Weltanschauung benützt, während, wie mir [illegible] ebenfalls sagte, Fritz Mauthner in einer (mir nicht bekannten) Schrift über den Buddhismus dagegen behauptet, diese Ich-Auffassung sei eigentlich nicht im Buddhismus, sondern zuerst in Machs „Analyse der Empfindungen" gegeben.

Es ist nur eine, vorübergehende Einheit in dem allgemeinen Weltzusammenhang, ein Begriff der zur Beschreibung gewisser Tatsachen nützlich ist, im Grunde

F Mit diesen von Mach sogenannten „Elementen" der inneren u. äußeren Welt hat es eine eigene Bewandtnis. Es würde nicht gegen diese Bezeichnung polemisiert u. namentlich die Physiker welche den Atom als letzte (oder vorletzte) Bestandteile der Welt betrachten wollen Machs Elemente nicht gelten lassen. Die atomistische Weltauffassung, meinen jene Physiker, greife ungleich mehr in die Tiefe der Weltauffassung als die Hervorhebung von solchen Elementen, wie: Farben, Töne, Wärme, Drucke, Räume, Zeiten u.s.w. Allein gerade umgekehrt verhält sich die Sache. Mach geht in seinen philosophischen Arbeiten in der allergewissenhaftesten Weise vor, er spricht nur das aus, was er vor dem Strengsten verantworten konnte; daher vermied er auch alle metaphysische Beiarbeit. Man versuche doch jemand irgend etwas in unserem Erleben zu begreifen, über das er nicht hinausgehen, d. h. das er nicht weiter in einfachere Bestandteile der Erlebnisse zerlegen kann. So wird er sehen, daß er über jene Mach'schen Elemente nicht hinaus kommen kann. Kann jemand einen Ton= eine Farbenempfindung in weitere noch einfachere Bestandteile zerlegen? Gewiß nicht, er kann sie nicht erklären, sondern nur als „Tatsache" anerkennen, u. [illegible] die

F, im Bette krank liegend,

ganze komplizierte Welt aus solchen Elementen aufbauen. Und wenn man ein Atom charakterisieren will, so muß man es durch Aufzählung seiner Eigenschaften, die wir eben aber wieder nur durch jene Mach'schen Elemente, Empfindungen, ausdrücken kann. Und was man aber immer als letzten Zerlegbaren ansehen muß, ist ein Element. Mach ist also unzweifelhaft im Recht.

Px

Pα Die Einführung der Bezeichnung „Elemente" durch Mach wurde so sehr mißverstanden, daß man sie sogar als Beweis dafür benutzen wollte, daß in Machs Lehre metaphysische Bestandteile enthalten seien; ein Vorwurf, ~~der~~ wenn er begründet wäre, um so stärkeren Eindruck machen müßte, als das Hauptbestreben Machs in allen seinen Arbeiten eben dahin zielt, überall ~~wo es immer es angeht~~ möglichst alles Metaphysische auszutreiben.

Ein Gegner Machs äußert sich so: „Woher weiß man denn etwas von letzten einfachen Empfindungen? Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant. Entweder sind die Elemente einfach, dann können wir sie nicht unmittelbar wahrnehmen, oder sie verändern sich selbst, so können sie nicht einfach sein. u.s.w.. Die Empfindungen, sollen sie als „letzte Elemente" des Seelenlebens einen Wert haben, so müssen sie wie die letzten Dinge des Physikers, die „Uratome u. Wirbelringe", definiert werden als etwas, das „absolut einfach ist u. das wir uns niemals anschaulich vorstellen können". Sie sind also Abstraktionsprodukte u. keine Realitäten, also metaphysisch. Mach sagt: die Empfindung muß man nicht erklären wollen, sie ist etwas so Fundamentales, daß ihre Zurückführung auf noch Einfacheres wenigstens heute nicht gelingen kann!" (Bernhard Hell in „Ernst Machs Philosophie. Eine erkenntniskritische Studie über Wirklichkeit u. Wert" (1907).

Der Fehler Hells ist nun der, daß er Machs „Elemente" überhaupt mit den Atomen des Physikers vergleichen mochte, so daß man jene Elemente so wie die sogen. Atome mit ~~der~~ Hilfe der Abstraktion aus der ganzen Welt der Vorgänge wie mit einer Pincette höherer Art herausheben u. isolieren könnte. Aber jene „Elemente" sollen nicht bleibende Substanzen bedeuten, sondern zum Alphabet aller Erlebnisse oder Vorgänge (wie die Atome) (oder alles sogen. Seienden, das wir eben fühlen), welches unsere Beschreibung über ~~die~~ jene Vorgänge u. Erlebnisse als einfachste Hilfsmittel ~~des Daseins~~* ~~zukommt~~ ~~ermöglichen~~, welches Dasein ja ~~das~~ aus nichts anderem besteht, als eben aus lauter Kombinationen dieses Alphabets, nämlich der Druck-, Farben-, Raum-, Zeit- u.s.w. Empfindungen, wobei selbst die abstraktesten Gedanken auch nichts anderes als Komplexe

Element

*benützbar erst möglich macht

Pβ

sehr Empfindungen sind. Es ist damit so, wie wenn Jemand nach den Elementen der Ilias fragen würde. Offenbar sind die Buchstaben des Alphabets die Elemente der Darstellung des Autors über gewisse Vorgänge des trojanischen Krieges oder über Reflexionen des Dichters. Aber die letzten Elemente der Vorgänge u. Reflexionen selbst sind die Buchstaben des Alphabets doch gewiß nicht, das wäre eine ganz andere Frage, ob man die einfachen Bestandtheile derselben überhaupt finden kann. Mach behauptet also mit seiner Aufstellung von Elementen nur dies, daß man bei Mittheilung, resp. Beschreibung aller unserer Erlebnisse oder, was dasselbe ist, der Welt, nicht über jene Elemente hinauskömmt.

Man darf sie also durchaus nicht als Abstraktionsprodukte, sondern muß sie im Gegentheile als die allerrealsten Bestandtheile unserer Weltbeschreibung oder Darstellung betrachten u. auch nicht entfernt glauben daß im Wechsel unserer Erlebnisse jene Elementgruppe einer derselben Gegenstände, etwa wie die Atome bei Demokrit entsprechen; nur dieselbe Kategorie statt in der Beschreibung der Begriff, die Beziehung der u. jener Empfindungsart taucht immer wieder auf, um sich mit stets andern Empfindungsarten zu kombiniren. Wenn wir also z. B. die Empfindung blau zu zwei verschiedenen Zeiten (z. B. am blauen Himmel) haben, so ist nicht etwas objectiv Blaues als bleibender Gegenstand (Substanz) in diesen beiden Zeitmomenten vorgekommen, sondern unser Zustand, unser subjectiver Vorgang setzte sich in beiden Fällen aus derselben Empfindungsart zusammen, u. das frühere Blau ist nicht entfernt das spätere Blau, u. wenn der Physiker behauptet, die Vibrationen des Lichtäthers sind in beiden Fällen gleich an Zahl, daher Und überdies [illegible] sei nochmals daran [illegible], daß alle sogen. Urbestandtheile, z.B. Atome oder Elektronen nur Kombinationen von Empfindungselementen sind, denn ohne zu sagen: welchen Raum, welche Geschwindigkeit, welche Masse ihnen zuzu ist, d.h. aus welchen Elementen sie sich zusammensetzen, können wir gar nichts über sie aussagen, also auch mit ihnen keine Wissenschaft aufbauen.

Aus diesem Allen ist auch zu ersehen, wie treffend die Bezeichnung ist, die W. Jerusalem für die Machsche Weltdarstellung erdachte, welche als in seiner „Einleitung in die Philosophie" „Monismus des Geschehens" ...

Mit dieser Grundauffassung eben auch hängt Machs Bestreben zusammen, nicht nur das Ich als etwas Bleibendes zu eliminiren, sondern auch die Substanzvorstellung völlig zu überwinden, welche Überwindung nach der Ansicht J. Petzoldts den Hauptkern des Positivismus bildet u. zugleich das Hauptverdienst von Mach (u. Avenarius) bildet.

In seiner Gewissenhaftigkeit sagt also Mach über die Welt nur gerade das, was er verantworten kann u. was Niemand von sich weisen kann. Und aus diesem ...

Und ~~aus~~ von diesem Standpunkte aus spricht Mach niemals von der Welt als „Erscheinung" im Gegensatz zu einem „Ding an sich", das er für ~~einen~~ eine ganz willkürliche ~~eine~~ metaphysische Annahme hält; er begnügt sich als wirklicher Positivist, unsere Erlebnisse, aus denen sich uns die Welt zusammensetzt, in reinster Sachlichkeit zu beschreiben, ~~aus~~ gemäß ihren „Elementen" zu analysieren u. ihre Zusammenhänge hervorzuheben. Machs „Philosophie" ist daher das denkbar treueste Referat der Weltvorgänge, während der sogen. Systemphilosoph sein Ziel darin findet, uns mitzuteilen, was er als Individuum zu jenem reinen ~~Welt~~ Referat hinzuzudenken für gut findet, worin eben ~~seine~~ die Schwäche u. ~~die~~ zugleich die interessante Seite der Metaphysik besteht.

6/3

Und hier sei auch die Frage beantwortet: war Mach eine wissenschaft-
liche Größe u. worin bestand diese Größe?

Was seine Leistungen als Naturforscher betrifft, so glaube ich, muß man Mach als einen höchst verdienstvollen Physiker sowohl im experimentellen Gebiet als auch in Beziehung auf Klarheit u. didaktische Aufklärung bezeichnen. Durch seine Kritik der Prinzipien u. des wichtigsten Theorems der Mechanik u. Physik hat er den ganzen Anstoß zur der so fruchtbaren ~~erkenntnis~~ naturwissenschaftlich-kritischen Bewegung unserer Zeit gegeben, u. das macht allein ihn schon zu einer Größe in der geistigen Welt; u. endlich erhob sich Mach im Laufe seiner Denkarbeit zu allgemeinen philosophischen Leistungen, die von Vielen sehr hoch [illegible] geschätzt u. wohl von allen Fachleuten als höchst anregend, originell u. einflußreich angesehen werden.

Obwohl also Mach als Fachmann in der Naturforschung nicht so ~~em~~ grundlegende Entdeckungen oder Erfindungen zu verzeichnen hat, wie etwa Robert Mayer, Helmholtz, Faraday oder Hertz, so liegt seine nicht geringere Bedeutung als jene dieser genannten Forscher auf dem erkenntnis-kritischen Gebiete, ~~[illegible]~~ in welchem diese Männer ihm gegenüber, sehr oder fast gänzlich den Kürzeren ziehen. Nur den seltensten Ausnahmemenschen ist es gegeben, in fachlicher u. zugleich in philosophischer Richtung Großes ersten Ranges hervorzubringen, wie dies bei Plato, Aristoteles u. Leibnitz ~~der Fall~~ u. seither nicht mehr, der Fall war. —

Der näheren Betrachtung werth scheint mir die Arbeits- u. Schreibweise Mach's zu sein, denn sie sind eigenthümlich u. sehr interessant. Was ich einmal von Robert Mayer sagte, nämlich i. er sei ein Charakterdenker gewesen, gilt genau so von Mach.

(6/4)

Möge Jener der glaubt das gesamte Geistes- u. Willensleben lasse sich nicht, wie es Mach glaubt, restlos in Empfindungen auflösen, es doch versuchen solche ~~das zu zeigen~~ tiefer heraus analysirte Elemente aufzuzeigen; ich glaube es wird ihm nie gelingen u. es würde ihm nichts übrig bleiben als es einfach bloß zu behaupten, ohne die menschliche Sprache u. ihre Begriffe hiezu benützen zu können, ähnlich dem Mystiker, der z. B. behaupten kann er habe sich mit seinem "Gott vereint" ohne es beweisen zu können.

Was die gegnerische Stellung Machs zur Atomtheorie, speziell zur Molekulartheorie der Gase, betrifft, so muß man sie, wenn auch gegenwärtig diese Theorie große Triumphe feiert, aber als eine individuelle u. rein aus sachlichen Gründen entstandene ansehen. Ein Grund zu der mitunter fanatischen Verurtheilung dieser Mach'schen Anschauung ist ebensowenig vorhanden — selbst wenn sie dem Fortschritt der Physik einigermaßen geschadet hat — wie es im Laufe der Geschichte der Wissenschaft in analogen Fällen begründet war. Derartige Zurückweisungen physikalischer Theorien kennen wir, namentlich seit Galilei, sehr viele; sie bilden bereits einen allgemein bekannten Anekdotenschatz u. dienen eigentlich nur dazu, Jenen, die die Mühe wissenschaftlicher Arbeit überhaupt nicht kennen, Trost über ihre "ihr Nichts durchbohrende Gefühle" zu verleihen. Aber einen Fall will ich doch besonders hervorheben, der zwei der allergrößten Geister der Menschheit betrifft. Als Newton seine Theorie der Wirkung in die Ferne — u. dies nur als Bild der Vorgänge in der Welt der Materie — aufstellte, bezeichnete es Huyghens als "Absurdität", Leibnitz desgleichen, u. ein Gelehrter schrieb an Huyghens, "jener Herr" — damit war Newton gemeint — hätte, bevor er sein Werk über Naturphilosophie herausgab, gut gethan, sich "bei Ihnen Raths zu erholen". Und lange Zeit hindurch schloßen sich doch alle Physiker Newtons Ansicht der Fernwirkung an, bis vor relativ kurzer Zeit wiederum Newton von Faraday durch seine Theorie der Nahewirkung "umgeworfen" wurde. Über solche Vorgänge, solche Zurückweisungen neuer Ansichten seitens großer Männer, über die sich später jeder Mittelschüler lustig macht, muß man ohne alle Parteinahme, eigentlich ohne alle weitere Reflexion, ganz phlegmatisch zur Tagesordnung übergehen, ausgenommen, man hat eine besondere Freude an Medisance.

Während die meisten Forscher besondere, stark entwickelte Talente besitzen: Geist, Witz, Scharfsinn, Kenntnisse, Kombinationsgabe, die gewissermaßen in ihrem Kopfe sitzen, so daß man sagen kann: sie haben diese Begabung, machen Individuen wie Mayer, Darwin u. Marx den Eindruck: sie sind eine begabte Natur; die Resultate ihres Denkens scheinen, so wie sie allmälig zu Tage traten, nicht aus ihrem Kopfe, sondern aus ihrem ganzen Wesen zu entspringen, ähnlich wie es auch bei gewissen reinen, innigen Kunstwerken zu sein scheint, besser gesagt: wirklich der Fall ist. Schon in der Ausdrucksweise u. der Darstellung der Forschungen solcher Denker zeigt sich nicht ein Gelehrter wie es Tausende gegeben u. immer noch gibt, sondern – eine eigenthümliche Individualität, von der man nicht sagen kann, sie sei ganz besonders geistreich oder scharfsinnig, sondern einfach, klar u. von vollendetster Reinheit u. Gewissenhaftigkeit, die forschen zu ihrer eigenen Befriedigung mehr als zur Produktion vor der Welt.

7

ben worden. „Das sei aber nicht richtig", sagte Mach bei, „diese Ansicht ist ~~schon~~ bald zweihundert Jahre alt, ~~denn~~ schon Hume hat sie ~~schon~~ ausgesprochen." Wie ich nun lese, ~~In jeder That~~ hat Mauthner in seiner Dichtung „der letzte Tod des Gautama Buddha" bemerkt, daß wohl der Buddhismus die Unwirklichkeit des Ich „in einzigschönen Bildern" gelehrt aber erst Mach die Aufhebung des Ichbegriffs „klar u. hart" ausgesprochen habe.

In der That hat ja Hume den ebenso berühmt wie berüchtigt gewordenen Ausspruch gethan u. auch zu begründen gesucht, das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen", was mit Machs „Complex von Elementen" nahezu übereinstimmt. Letzterer fand dieses Denkresultat ganz selbständig, denn so viel ich unserem seit Jahrzehnten gepflogenen ~~[illegible]~~ ~~Umgang~~ Verkehr entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich-Untersuchung ausgeführt hatte, wie er überhaupt relativ wenig philosophische Literatur kannte, dafür aber immerwährend als Selbstdenker die Probleme aus sich u. ihnen heraus bearbeitete.

Seine Ich-Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft; ich kenne ~~wohl die meisten~~ mehrere dieser polemischen Arbeiten u. fand hierbei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten aber gar nicht wußten (oder es nicht sagen wollten), daß ihre entgegengesetzte Ich-Auffassung mit mindestens ebenso ~~[illegible]~~ großen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, wie die Mach'sche. Daß die letztere jedenfalls wissenschaftlich viel ~~[illegible]~~

7

den worden. „Das sei aber nicht wichtig", sagte Mach bei dieser Ansicht ist ~~schon~~ bald zweihundert Jahre alt, ~~der~~ schon Hume hat sie ~~schon~~ ausgesprochen. „Wie ich nun lese" ~~[illegible]~~ hat Mauthner in seiner

~~dichtung, „der letzte Tod des Hauptkerns" Buddha bemerkt daß wohl der Buddhismus die Unwirklichkeit des Ich in eingreifenden Bildern" gelehrt, aber erst Mach die Aufhebung des Ichbegriffs „klar u. hart" ausgesprochen habe.~~

In der That hat ja Hume den ebenso berühmt wie berüchtigt gewordenen Ausspruch gethan u. auch zu begründen gesucht, das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen", was mit Machs Complex von Elementen" nahezu übereinstimmt. Letzterer fand dieses Denkresultat ganz selbständig, denn so viel ich unserem seit Gespräche u. ~~[illegible]~~ Wechsel ~~[illegible]~~ entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich=Untersuchung durchgeführt hatte, wie er überhaupt relativ wenig philosophische Literatur kannte, dafür aber immerwährend als Selbstdenker die Probleme aus sich u. ihnen heraus bearbeitete.

Seine Ich=Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft; ich kenne ~~wohl die~~ meisten dieser polemischen Arbeiten u. fand hiebei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten, aber gar nicht wußten (oder es nicht sagen wollten), daß ihre entgegengesetzte Ich=Auffassung ebenso mit ~~[illegible]~~ großen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, wie die Machs. Daß die letztere jedenfalls wissenschaftlich viel ~~[illegible]~~ besser fundiert ist, als die andere, gewöhnliche Auffassung, glaube ich fest; aber bin auch der Überzeugung, daß dieses Problem ~~ein unlösliches~~, geradeso wie das nach der Bestimmung des Menschen oder dem Ursprung der Welt ein unlösliches sei, was ebenso wichtig ist, daß im Handeln von den Menschen durch diesen Kontra-

[ Ich erwähnte ferner das ~~Was aber das~~ Zusammentreffen Machs mit Hume in der Behandlung des Ich=Problems; ~~betrifft so [illegible]~~ ich füge nun hinzu, daß für meine wegen ganz unbeeinflußt bleiben, sie daß man auch gar keinen Unterschied in der Lebensführung bemerkt bei denen die ein Ich als reale Einheit u. bei denen es als aufgehoben gilt.

7 1/2

Ich möchte dieser meiner Auffassung des Ich=Problems noch die genauere [illegible] 7 1/2

~~Dar~~ Darstellung ~~[illegible]~~ substituieren, indem ich sage: Wenn es sich darum handelt, von unserem Ich in seiner Vergangenheit zu sprechen, u. sei es auch nur von jenem, ~~das~~ das vor einem Bruchteile einer Sekunde existierte, so ist Machs Ansicht absolut richtig; wollen wir aber unser momentanes Ich, das wir gewissermaßen nur fühlen, näher erklären oder definieren, so rühren wir an dem Weltproblem, d.h. an einer unlöslichen Aufgabe.

Auffassung wissenschaftlicher Individualitäten zwischen diesen beiden Denker überhaupt eine große Ähnlichkeit besteht, u. zwar in den Eigenschaften größter Sachlichkeit, Unabhängigkeit von gewohnten Ansichten, Muth in dem Aussprechen der ~~über~~ gewonnenen Denkresultate trotz aller Wahrscheinlichkeit heftiger Gegnerschaft u. höchste Klarheit u. Einfachheit in der Darstellung dieser Resultate, mit sorgfältigster Vermeidung von Schulausdrücken oder schon gangbarer oder selbstgeschaffener Terminologie. Nur in den kurzen, strengen Definitionen weicht Mach's Darstellung von jener Hume's ab, ich möchte sagen, zeichnete sie sich aus; u. ~~für eine~~ in gewisser Beziehung analoge ~~Schreibweise finde ich~~ finde ich eine Analogie in den Auffassungen u. ihrer Ausdrücke wie zu Mach's nur bei Hobbes. Beide geben uns mitunter Definitionen oder Aufklärungen, die uns nicht nur durch ihre Einfachheit, Nüchternheit, Originalität u. Kraft der Einsicht in die Sache überraschen, sondern auch unseren gewohnten Ansichten so widersprechen u. zu gewissermaßen geistig degradiren, daß wir, während wir uns an ihnen wegen des Zuwachses unserer Auffassungen wichtiger Fragen erfreuen, gleichzeitig verärgern, weil sie auch so aussehen, als hätte ihr Autor es ganz gut vorher gewußt, ja wie ~~namentlich~~ vielleicht Hobbes, es auch mit Neigungen beabsichtigt, daß wir ~~uns zu~~ ärgern; ich erinnere ~~mich~~ z. B. an die Definitionen Mach's: Naturgesetz als enttäuschte Erwartung, Ursache als auffallendste unter allen Bedingungen eines Vorgangs u. a. mehr.

Vergnügungen

Hume war ein vorzüglicher Geschichtsschreiber, Nationalökonom u. als Philosoph eine Größe ersten Ranges; ~~Ich als~~ Mach war ein vorzüglicher Physiker, Physiologe, Didaktiker u. als Philosoph ebenfalls, wie ich mit vielen andern glaube, eine erste Größe; man merkt das wohl schon aus seinem großen Einfluß auf das Denken unserer Zeit.

Ein Unterschied bestand wohl zwischen Hume u. Mach.

David Hume, hatte, wie sein nachmaliger Chef, Lord Conway, dessen Sekretär er war, behauptete, ~~und~~ ~~[illegible]~~ eine unbeschreiblich häßliche u. geistlose Physiognomie; von Mach muß man wohl das Gegentheil behaupten.

Wer Mach oder eine gute Photographie – eine ausgezeichnete gibt es von Theodor Beer – von ihm sah, bemerkt eine einfach angenehme, höchst gutmüthige, dabei aber auch geistig sehr feurige Physiognomie, selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftheit u. Güte in sich. Ich ging ~~fast~~ ~~genau~~ beinahe ein halbes Jahrhundert mit Mach um, u. konnte ihn in seinem wissenschaftlichen wie in seinem privaten Charakter genau genug beobachten, u. da fand ich, daß er gegen Jeden, der ihm in die Nähe kam, ob es ein Gelehrter oder ein ganz Ungebildeter war, gleich freundlich u. wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede ihm noch so antipathische u. befremdlichste Ansicht, u. vor Allem, selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit, von der vollkommensten natürlichen Bescheidenheit. Ich kannte niemals einen Menschen kennen, der in der mündlichen wie öffentlichen ~~in der~~ Diskussion eine solche Haltung bewiesen hätte, niemals wandte er sich an die Person oder gegen P., statt nur an oder gegen die Sache, u. in seinen Schriften war er im Anerkennen fremder Leistungen Anderer von der höchsten Redlichkeit, ja nach meiner Meinung gieng sein Zitieren u. Loben fremder Werke mit unter zu weit. ~~Mach~~ In den ganzen fünfzig Jahren unseres mündlichen oder schriftlichen Verkehrs bemerkte ich an ihm nicht ein einzigesmal den geringsten Zug von bitterer Stimmung, von Rachsucht gegen ~~[illegible]~~ feindliche Anfeindungen oder von Schwäche u. Verzagtheit, ja er war auch von Natur moralischer Vornehmheit; hörte ich von ihm nicht ein einziges mal das kleinste Selbstlob, u. wie Mach über Bescheidenheit u. Eingebildetheit oder Protzenhaftigkeit u. Hochmuth dachte, ja, wie rein seine ganze Natur rein u. edel war, wird man ~~aus~~ aus folgendem sofort ersehen.

Vor ungefähr dreißig Jahren fuhren wir mitsammen von Wien nach Graz u. im Coupé sprachen wir davon, wie unsympathisch der Eigendünkel so vieler Fachleute, in Wissenschaft wie in Kunst, sei, namentlich ~~in Arbeiten~~ wenn man

bedenkt, wie kompliziert ~~alle~~ die Welt u. das Leben, wie schwie-
rig die Probleme u. wie verschwindend klein die allermei-
sten, selbst verdienstvollen, Forscher seien, wenn man ihnen
die großen ganz Genies gegenüberstellt. „Als man einst
Mozart fragte, ob er Bach oder Händel für größer halte",
erzählte ich hiezu, „erklärte er sich für Bach, begann aber
seine Rede mit den Worten: „„Wenn ich überhaupt das
Recht habe, dreinzureden"".
Darauf füllten sich meines edlen Freundes Augen mit Thränen.

Privat-Exemplar

5

Sonderabdruck aus der „Vossischen Zeitung".

# Ernst Mach.

Von

**Josef Popper-Lynkeus.**

Es ist keine Uebertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die so viel Wertvolles in ihren fachwissenschaftlichen Leistungen, eine solche Größe in ihren allgemeinen philosophischen Bestrebungen und zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten, wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika und selbst in Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter rapid gesteigert, und obwohl es, namentlich im Gebiete der Philosophie, an Gegnern nicht fehlt, so ist doch selbst in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so markante, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte Mach in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgendeinen anderen Autor. Ein weiteres, gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses von Machs Ideen ist die Tatsache, daß Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich eben auf diese Ideen stützten oder die bedeutenden Anregungen hervorheben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, die „Historische Entwicklung" von Ludo Hartmann u. a.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein zuerst im Jahre 1883 erschienenes und jetzt schon in 7. Auflage vorliegendes Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntnis der Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse und der Kritik ihrer Grundlehren, und zwar zu dem positiven Zweck, alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich hervorzuheben und zu beseitigen.

Wer, ohne sich in die Machsche Mechanik besonders zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art zu kritisieren gewinnen will, der braucht bloß seine Untersuchung über die Beweise des Hebelgesetzes zu lesen, eines Gesetzes, das schon in den untersten Klassen gelehrt wird, also sehr allgemein bekannt ist. Diese Kritik sowie jene über den Massenbegriff und die Absolutheit von Raum und Zeit erscheinen mir als die stärksten Partien des Machschen Werkes.

Die „Mechanik" wurde in die Sprachen der meisten zivilisierten Nationen übersetzt, hat alle früheren Werke über Geschichte der Mechanik vollständig verdrängt und gilt sowohl für die Studierenden als für die Fachleute als Standardwerk.

In seinen antimetaphysischen Bestrebungen schritt Mach, während er als Physiker stets in seinem Fache fortarbeitete, immer weiter in das eigentliche philosophische Gebiet und publizierte im Jahre 1885 das Werk: „Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen", das wohl sehr spät zur Wirkung gelangte, so daß erst 14 Jahre später eine zweite, allerdings sehr erweiterte Auflage erscheinen konnte, seither aber in so rascher Weise Beachtung und Verbreitung fand, daß jetzt bereits die 6. Auflage und Uebersetzungen in mehrere Sprachen vorliegen. Auch diesem geradezu revolutionären Buche liegt die Ansicht zugrunde, „daß alles Metaphysische als müßig und die Oekonomie der Wissenschaft störend, zu eliminieren sei".

Im Jahre 1905 erschien dann „Erkenntnis und Irrtum", in welchem Werke eine unglaubliche Fülle von Ideen und kritischen Untersuchungen enthalten und das gewissermaßen als eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten prinzipiellen Forschungen zu betrachten ist.

Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, „die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen".

Mit der „Mechanik" und der „Analyse der Empfindungen" sind wohl die Hauptrichtungen der kritischen und prinzipiellen Machschen Forschung und zugleich deren hervorragendste Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt einen Begriff von der Vielseitigkeit seiner Arbeiten. In allererster Linie war Mach als Forscher wie als Lehrer: Physiker. Hier bewährte er sich namentlich als Experimentator im Gebiet der Optik und Akustik, als unermüdlicher Aufklärer und Darsteller physikalischer Tatsachen und Theorien sowie als Autor zahlreicher Einzeluntersuchungen in fast allen Kapiteln der Physik. Am bekanntesten im großen Publikum sind seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der ballistischen Aerodynamik; er war in der Tat der erste, dem es gelang, fliegende Projektile nebst den sie umgebenden Luftmassen photographisch zu fixieren.

Dabei publizierte er auch selbständige Werke physikalischen Inhalts, wie jenes über die Helmholtzsche Musiktheorie und das sehr bedeutende: „Prinzipien der Wärmelehre"; dieses letztere Werk zeigt abermals eine unglaubliche Kraft in Klarstellung der Grundbegriffe und bringt zugleich sehr eindringende philosophische Betrachtungen, die weit über das Gebiet bloßer Physik hinausreichen. Von vielen werden die „Prinzipien der Wärmelehre" an Bedeutung der „Mechanik" gleichgestellt. Ein spezielles Gebiet Machs war das historische und didaktische. Hierher gehören nebst den größeren Werken über Mechanik und Wärmelehre auch die kleineren Abhandlungen, wie die „Geschichte der Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit" aus dem Jahre 1872 und die im Jahre 1892 erschienene „Geschichte und Kritik des Carnotschen Wärmegesetzes", welche beiden Aufsätze jeder, der sich für den Energiebegriff interessiert, mit größtem Nutzen lesen wird. Und in den „Populären wissenschaftlichen Vorlesungen", die im Jahre 1896 in der 1., seither in der 5. Auflage erschienen, wird ein Ideenreichtum und eine Klarheit über viele Fragen der Naturwissenschaft und Erkenntnistheorie geboten, wie kaum in einem anderen Werk ähnlicher Tendenz, vielleicht nur noch in den populären Vorträgen von Helmholtz.

Weniger allgemein bekannt ist es, daß Mach im Gebiet der Physiologie bedeutende Entdeckungen machte und es auch durch zahlreiche wertvolle Einzeluntersuchungen bereicherte. In erster Reihe steht da die ~~(auch von Josef Breuer) gemachte~~ Entdeckung, daß die „Otolithen", das sind die im Vorhof des Labyrinths befindlichen Hörsteinchen, Gleichgewichtsorgane sind, durch wir immer wissen, in welcher Lage zur Erde wir uns befinden, also: ob wir im Gleichgewichte sind oder nicht, derart, daß Taubstumme, bei denen dieses Organ zerstört ist, ihr Gleichgewicht nur sehr schwierig behaupten können. Die Bedeutung solcher kleinen festen Körperchen im Organismus wurde, durch Machs Otolithenforschung angeregt, vom Botaniker Haberlandt auch für die Pflanzenwelt konstatiert. Die theoretischen Grundlagen für das Problem der Gleichgewichtsempfindungen und anderer zugehörigen Fragen der Physiologie gab Mach in dem originellen Werke über „Bewegungsempfindungen", das über sehr merkwürdige Experimente und wichtige Konsequenzen derselben berichtet.

Eine ganze Reihe von physiologischen Untersuchungen über die Funktionen des Auges, namentlich der Netzhaut, verdanken wir ebenfalls Mach, namentlich über die Abhängigkeit der Netzhautstellen voneinander, über das Sehen von Lagen und Winkeln durch die Bewegung des Auges, über das Aufrechtsehen der Gegenstände u. a. mehr.

Sehr lebhaft interessierte sich Mach für den Unterricht in den Naturwissenschaften und für die Bildungsfragen überhaupt. Er verfaßte nicht nur Lehrbücher der Physik für Mittelschulen und erfand eine ganze Anzahl von in den meisten Schulen benutzten Apparaten für Vorlesungsversuche — es sei hier nur an die sog. „Machsche Longitudinal-Wellenmaschine“ erinnert —, sondern publizierte auch im Jahre 1886 eine sehr geschätzte Abhandlung „Ueber den relativen Bildungswert der philologischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer für höhere Schulen“, die jetzt in der Sammlung seiner oben erwähnten populären Vorträge enthalten ist. — Im Verlaufe seines jahrzehntelangen Nachdenkens über die Prinzipien der Wissenschaft entwickelte sich aber Machs Tätigkeit, wie schon gesagt, immer mehr in philosophischer Richtung. Sie begann mit den Studien über die Methoden der rein naturwissenschaftlichen Forschung, erweiterte sich dann zu einer allgemeinen Untersuchung über den Ursprung, den Gang und den Wert der Wissenschaft überhaupt und behandelte mit besonderer Kraft das Thema der Berechtigung und Elimination der Metaphysik. Von den Problemen, die in das rein philosophische Gebiet gehören, behandelte Mach vornehmlich die Probleme von Zeit und Raum, das Verhältnis des Physischen und Psychischen, das Kausalitäts- und das Ich-Problem. Wie sich bei Mach von selbst versteht, stets in nüchterner, klarer, von Geistreichtum, Spitzfindigkeit und bohrendem Scharfsinn freien Art des Argumentierens.

Eine nicht geringe Anzahl seiner erkenntnistheoretischen Resultate ist bei Fachleuten wie bei Laien der Philosophie bereits sozusagen populär und wird in weiten Kreisen als bleibender Gewinn für die Philosophie betrachtet. Jeder Gebildete kennt wohl Machs Prinzip der Oekonomie des Denkens als Wesen aller wissenschaftlichen Methode, die hiernach darin besteht, die Tatsachen auf die einfachste Weise vollständig zu beschreiben, wie das später auch der Physiker Kirchhoff behauptete; ebenso das andere Prinzip, wonach die Wissenschaft durch Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und Anpassung der Gedanken untereinander entsteht.

Das große und vielumstrittene Problem des Unterschiedes zwischen Geistigem und Körperlichem behandelte Mach auf zwei Arten, von denen jede sehr viel für sich hat und die das gleiche fundamentale Resultat ergeben, daß das Physische und Psychische in der Wurzel identisch sind. In der „Analyse der Empfindungen“ drückt sich Mach hierüber ungefähr in folgender Weise aus: Die ganze innere und äußere Welt setzt sich aus einer Zahl von heute für uns nicht weiter auflösbaren Elementen, sogenannten Empfindungen, zusammen, aus Farben, Tönen, Wärmen, Drücken, Räumen usw.; wenn man nun auf die Abhängigkeit dieser Elemente voneinander achtet, so nennen wir sie „physisch“, wenn aber auf ihre Abhängigkeit von unserem Organismus, so treibt man „Psychologie“.

In „Erkenntnis und Irrtum“ sagt Mach über dieses Problem folgendes: „Die Gesamtheit des für alle im Raum unmittelbar Vorhandenen mag als das Physische, dagegen das nur einem unmittelbar Gegebene, allen anderen aber nur durch Analogie Erschließbare vorläufig als das Psychische bezeichnet werden. Die Gesamtheit des nur Einem unmittelbar Gegebenen wollen wir auch dessen (engeres) Ich nennen.“ Von ebenfalls fundamentaler Wichtigkeit ist Machs Elimination des Kausalitätsbegriffs und dessen Ersatz durch den Funktionsbegriff, d. h. durch den der allseitigen Abhängigkeit, und die Aufklärung, daß wir fälschlicherweise gewohnt sind, die auffallenden Abhängigkeiten als eigentliche Ursachen anzusehen. Nicht minder eingreifend ist bei Mach die totale Aufhebung des Substanzbegriffs, mit der sich später Petzoldt in dem Werke „Das Weltproblem“ eingehend befaßte.

Es ist hier nicht der Platz, auf die eben erwähnten Machschen Problemlösungen näher einzugehen, auch muß ich es mir schon darum versagen, weil ich in Philosophie kein Fachmann bin. Dennoch möchte ich nicht gerne einige Gedanken über die wichtigsten jener Lösungen unausgesprochen lassen.

Vor allem über die oben erwähnten von Mach so genannten „Elemente“ der inneren und äußeren Welt. Es wurde viel gegen diese Bezeichnung polemisiert, und namentlich die Physiker und Chemiker, welche die Atome als letzte (oder vorletzte) Bestandteile der Welt betrachten und sie für den Fortschritt in ihren Disziplinen sehr fruchtbar zu verwenden wissen, wollen die Machschen Elemente, nämlich Farben, Töne, Wärme, Drucke usw., nicht als solche gelten lassen. Die atomistische Auffassung, meinen die meisten Physiker und Chemiker, greife ungleich mehr in die Tiefe unseres Weltverständnisses als die Hervorhebung von Farben, Tönen usw. Allein gerade umgekehrt verhält sich die Sache.

Mach ging in seinem philosophischen Denken in der allergewissenhaftesten Weise vor und sprach nur das aus, was er auf das strengste verantworten konnte. Versuche doch jemand, irgend etwas in unserem Erleben zu bezeichnen, über das er nicht mehr hinausgehen, d. h. das er nicht weiter in einfachere Bestandteile dieser Erlebnisse zerlegen kann. Er wird sehen, daß er über jene Machschen Elemente, die zugleich von jedem anerkannte Tatsachen sind, nicht hinauskommen kann. Kann jemand eine Ton- oder Farbenempfindung in weitere Bestandteile zerlegen? Gewiß nicht, er kann sie nicht „erklären“, sondern muß sie als Gegebenes anerkennen und dann die ganze komplizierte Welt aus solchen Elementen aufbauen.

Wenn man z. B. ein Atom charakterisieren will, so kann man das nur durch Aufzählung seiner Eigenschaften tun, und diese Eigenschaften sind nichts anderes als eben die Machschen Elemente, respektive Empfindungen. Man spricht von Größe oder Kleinheit, Masse, Bewegung usw. der Atome oder Moleküle, d. h. von Raum-, Druck- und Gesichtsempfindungen, also von den so perhorreszierten „Elementen“; es ist also evident, daß wir den Begriff des Atoms aus ihnen zusammensetzen, ein Atom- oder gar der philosophische Monadenbegriff ist daher ungleich komplizierter als irgendeines der Machschen Elemente.

Die Einführung der Bezeichnung „Elemente“ durch Mach wurde so sehr mißverstanden, daß man sie sogar als Beweis dafür benutzen wollte, daß in Machs Lehre metaphysische Bestandteile enthalten seien; ein Vorwurf, der — wenn er begründet wäre — einen um so stärkeren Eindruck machen müßte, als das Hauptbestreben Machs in allen seinen Arbeiten eben dahin zielt, überall alles Metaphysische auszutreiben. Ein Gegner Machs äußert sich folgendermaßen:

„Woher weiß man denn etwas von letzten einfachen Empfindungen? Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant. Entweder sind die Elemente einfach, dann können wir sie nicht unmittelbar wahrnehmen, oder sie verändern sich selbst, so können sie nicht einfach sein . . . Die Empfindungen, sollen sie als „letzte Elemente“ des Seelenlebens einen Wert haben, so müssen sie, wie die „letzten Dinge“ des Physikers, die Atome und Wirbelringe, definiert werden als etwas, das absolut einfach ist und das wir uns niemals anschaulich vorstellen können. Sie sind also Abstraktionsprodukte und keine Realitäten, und wer solche für real hält, treibt Metaphysik; sie sind also metaphysisch . . .“ (Bernhard Hell in „Ernst Machs Philosophie. Eine erkenntniskritische Studie über Wirklichkeit und Wert“, S. 28.)

Der Fehler in dieser Einwendung ist nun der, daß sie Machs „Elemente“ überhaupt mit den Atomen des Physikers vergleichen will, so daß man jene Elemente ebenso wie die sogenannten Atome mittelst der Abstraktion aus der ganzen Welt der materiellen Vorgänge wie mit einer Pinzette höherer Art herausheben und als ein Präparat höchster Kunst isolieren könnte. Aber jene „Elemente“ sollen ja gar nicht bleibende Substanzen, wie etwa die Atome, bedeuten, sondern ein Alphabet aller Erlebnisse (oder alles sogenannten Seienden, das wir eben fühlen) bedeuten; jenes Alphabet, welches wir für unsere Berichterstattung über alle Erlebnisse oder Vorgänge als einfachste Hilfsmittel benützen. Und wenn man genauer hinsieht, so besteht diese Berichterstattung, dieses Referat, diese Weltbeschreibung in der Tat aus nichts anderem als eben aus lauter Kombinationen dieses Alphabets, also aus Kombinationen der Druck-, Farben-, Raum- usw. Empfindungen, wobei selbst die abstraktesten Gedanken ebenfalls nichts anderes als Komplexe solcher Empfindungen sind.

Es ist damit so, wie wenn jemand nach den Elementen der Vorgänge in der Ilias fragen würde. Offenbar sind nur die Buchstaben des Alphabets die Elemente der Darstellung jener Vorgänge (wie auch der Reflexionen des Dichters). Aber die Elemente der Vorgänge selbst sind die Buchstaben des Alphabets gewiß nicht, und es ist eine ganz andere Frage, ob man die einfachsten Bestandteile derselben überhaupt herausfinden kann.

Mach behauptet also mit seiner Aufstellung der „Elemente“ nur dies, daß man bei Mitteilung, respektive Beschreibung aller unserer Erlebnisse nicht über jene Elemente hinauskommt. Und da nach Mach alle Wissenschaft in Beschreibung der Tatsachen besteht, so sind jene Elemente als letzte, einfachste Bestandteile der Wissenschaft, als Referat über die erlebte Welt und nicht als letzte Elemente der Welt selbst anzusehen. Ueber das bloße Referat aller unserer Erlebnisse kommen wir, soliderweise, nicht hinaus. Wer aber letzte Elemente der Welt sucht oder gar gefunden zu haben

glaubt, der, und nur der, treibt Metaphysik, d. h. er arbeitet mit unkontrollierbaren Phantasien in scheinbar wissenschaftlichem Gewande.

Man darf daher jene Elemente nicht so sehr als Abstraktionsprodukte, sondern muß sie im Gegenteil als die allerrealsten Bestandteile unserer Weltbeschreibung betrachten und auch nicht entfernt glauben, daß im Wechsel unserer Erlebnisse jene Elemente immer als dieselben Gegenstände, etwa wie die die Welt konstituierenden Atome des Demokrit, stets von neuem auftauchen; nur dieselbe Kategorie in der Beschreibung, dieselbe Bezeichnung der und jener Empfindungskomplexe taucht immer wieder auf, so wie z. B. der Buchstabe $\alpha$ in der Ilias stets von neuem vorkommt, ohne daß man sagen darf, alle $\alpha$ seien ein und dasselbe $\alpha$. Wenn wir also z. B. die Empfindung „blau“ zu verschiedenen Zeiten, bald am blauen Himmel, bald am blauen Saphir oder an einer blauen Blume, gewinnen, so ist doch nicht etwas objektiv „Blaues“ als bleibender Gegenstand, als Substanz, in allen diesen Fällen vorhanden, sondern unser Zustand weist immer dieselbe Eigentümlichkeit auf, und das eine Blau ist nicht entfernt das andere Blau, nur unsere Bezeichnung ist dieselbe. Aus diesem allem sieht man wohl, wie gegenstandslos die oben zitierte Einwendung (Hells) ist: „Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant;“ sie ist eben durch Verwechslung der gewohnten Vorstellung bleibender Welt-Elemente mit den stets fließenden Welt-Beschreibungs-Elementen entstanden. Man könnte sagen, diese Einwendung berücksichtigt nicht, daß es sich bei Mach nicht, wie bei Demokrit oder Leibniz, um eine statische, sondern um eine dynamische Analyse aller unserer Erlebnisse handelt.

Und überdies sei nochmals, als an das hier Wichtigste, erinnert, daß alle vermeintlichen sogenannten Urbestandteile der Welt, seien es Atome oder Elektronen oder dergleichen, nur als Kombinationen von Empfindungselementen charakterisiert, also analysiert werden können; denn, ohne zu sagen, welcher Raum, welche Geschwindigkeit, welche Masse, eventuell welche Form, welche Schwingungsart ihnen eigen ist, d. h. aus welchen Empfindungselementen diese sogenannten Elemente (Atome oder Elektronen) sich zusammensetzen, wissen wir gar nichts Näheres über sie, sie bleiben für uns leer, und ihre Verwendung für den Aufbau einer Wissenschaft wäre unmöglich.

In seiner Gewissenhaftigkeit sagt also Mach in seiner Analyse der „Welt“ in der Tat nicht mehr aus als das, was er verantworten und was niemand widerlegen kann. Und hieraus ist zu ersehen, wie treffend die Bezeichnung ist, welche W. Jerusalem in seiner „Einführung in die Philosophie“ für die Machsche Weltdarstellung wählte, als er sie einen „Monismus des Geschehens“ nannte. Mit dieser Grundauffassung hängt aber auch Machs Bestreben zusammen, nicht nur das „Ich“ als etwas Bleibendes zu eliminieren, sondern auch die Substanzvorstellung völlig zu überwinden; welche Ueberwindung nach der Ansicht J. Petzoldts das Hauptziel des philosophischen Positivismus und zugleich das Hauptverdienst Machs (und Avenarius') bildet.

Man versteht nun auch, daß, eben von diesem Standpunkte aus, Mach niemals von der Welt als „Erscheinung“ im Gegensatz zu einem „Ding an sich“ spricht, welches letztere er für eine ganz willkürliche — metaphysische — Annahme hält. Er begnügt sich damit, als wirklicher Positivist, unsere Erlebnisse, aus denen sich uns die Welt zusammensetzt, in reinster Sachlichkeit zu beschreiben, ihre „Elemente“ hervorzuheben und ihre Zusammenhänge aufzuweisen. Machs Philosophie ist daher das denkbar keuscheste Referat über die Weltvorgänge, während der sogenannte Systemphilosoph sein Ziel darin findet, uns mitzuteilen, was er, als dieses besondere Individuum, über die Welt als Ganzes phantasiert, worin eben die Schwäche und zugleich die mitunter sehr interessante und im höheren Sinne unterhaltende, ja in seltenen Fällen auch wissenschaftlich anregende Seite der Metaphysik besteht.

Näher als alle anderen Resultate der Machschen Philosophie berührt, sowohl Fachleute als Laien der Philosophie, die Auffassung und Auflösung des Ich-Problems, denn das Resultat ist ein vollständiges Verlorengehen unseres Ich, besser gesagt: des Ich unserer gewohnten Auffassung.

Das Ich sei, meint Mach, nur eine vorübergehende Einheit in dem allgemeinen Weltzusammenhang, ein Begriff, der zur Beschreibung gewisser Erfahrungen nützlich ist, und im Grunde „nur die Zusammenfassung der mit Schmerz und Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit“, und die Abgrenzung des Ich stelle sich daher instinktiv her; die oben definierten „Elemente“ seien das Primäre und nicht das „Ich“, denn jene bilden erst das Ich. Das Ich sei unrettbar, und es sei nur Sache der Gewohnheit geworden, den unanalysierten Ich-Komplex als eine unteilbare Einheit zu behandeln.

Diese Annullierung des „Ich“ erinnert offenbar an die analoge Grundauffassung des Buddhismus, und wie mir Mach mitteilte, wurde seine Behandlung dieses wohl bedeutendsten aller philosophischen Probleme sogar in Indien selbst zur Agitation für die buddhistische Weltanschauung benutzt, und er fügte hinzu, daß diese seine Ansicht ja nicht neu, sondern schon von David Hume ausgesprochen worden sei. In der Tat hat, wie bekannt, Hume den ebenso berühmten wie berüchtigten Ausspruch getan und auch zu begründen versucht: das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen“, was mit Machs „Komplex von Elementen“ ziemlich übereinstimmt. Letzterer fand dieses fundamentale Denkresultat ganz selbständig, denn soviel ich unserem seit Jahrzehnten gepflogenen Verkehr entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich-Untersuchung durchgeführt hatte; wie er überhaupt, ähnlich wie Kant, relativ wenig philosophische Literatur kannte und so wie dieser immerwährend die Probleme aus sich und aus ihnen heraus bearbeitete.

Die Machsche Ich-Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft. Ich kenne mehrere dieser polemischen Arbeiten und fand hierbei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten, aber gar nicht bemerkten, daß ihre entgegengesetzte Ich-Auffassung mit mindestens ebenso großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die Machs.

Daß diese jedenfalls wissenschaftlich viel besser fundiert ist als die andere, populäre Auffassung, glaube ich fest, wenn ich auch an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen kann; ich bin aber ebenso fest davon überzeugt, daß das Ich-Problem — geradeso wie das nach der „Bestimmung des Menschen“ oder dem Ursprung der Welt — ein unlösbares sei. Und ich möchte dieser meiner Auffassung des Ich-Problems noch einen präziseren — von mir schon an anderen Orten vertretenen — Ausdruck verleihen, indem ich sage:

Wenn es sich darum handelt, von unserem Ich in seiner Vergangenheit zu sprechen, und sei es auch von jenem, das vor nur einem kleinen Bruchteile einer Sekunde existierte, so ist Machs Ansicht absolut richtig. Wollen wir aber unser momentanes Ich, das wir nur fühlen, näher erklären und definieren, so rühren wir an das Weltproblem, d. h. an eine unlösbare Aufgabe.

Praktisch wichtig, sehr interessant und belehrend über die Tragweite gewisser philosophischer (metaphysischer) Streitigkeiten ist die Tatsache, daß die Handlungen und ethischen Gesinnungen der Menschen von diesen Ich-Kontroversen ganz unbeeinflußt bleiben, so daß man aus der philosophischen Ansicht der einzelnen Individuen über das Ich-Problem gar keinen sicheren Schluß auf die Lebensführung derselben ziehen kann. —

Ich erwähnte soeben das Zusammentreffen Machs mit Hume in der Behandlung des Ich-Problems. Ich füge hinzu, daß für meine Auffassung wissenschaftlicher Individualitäten zwischen diesen beiden Denkern überhaupt eine große Aehnlichkeit besteht, und zwar in den Eigenschaften: größter Sachlichkeit, Unabhängigkeit von gewohnten Ansichten, Mut in dem Aussprechen der gewonnenen Denkresultate trotz aller Wahrscheinlichkeit heftiger Gegnerschaft, höchster Klarheit und Einfachheit in der Darstellung dieser Resultate und in ihrer Begründung und ganz besonders in sorgfältigster Vermeidung von Schulausdrücken oder einer selbstgeschaffenen, den Leser hypnotisierenden oder wenigstens betäubenden Terminologie. In der Kürze und Strenge der Definitionen oder der Endresultate der Problemlösungen übertrifft Mach selbst Hume, und in dieser Beziehung finde ich eine Verwandtschaft Machs mit Hobbes. Beide geben uns mitunter Definitionen oder Auffassungen in einer Weise, daß sie uns nicht nur durch ihre Einfachheit, Nüchternheit, Originalität und Kraft der sachlichen Durchdringung überraschen, sondern auch unseren gewohnten Ansichten so widersprechen und sie gewissermaßen geistig degradieren, daß wir, während wir uns an ihnen wegen des Zuwachses unserer Einsichten erfreuen, uns gleichzeitig nahezu ärgern, denn es sieht so aus, als hätte der Autor es ganz gut gewußt, ja, wie namentlich Hobbes, es auch mit Vergnügen beabsichtigt, uns einigermaßen aufzuregen.

Ich erinnere z. B. an die Bezeichnungen Machs der Naturgesetze als ~~getäuschter~~ Erwartung, der „Ursache“ als auffallendster unter allen Bedingungen eines Vorgangs u. a. m. — Einschränkung der

Hume war ein vorzüglicher Geschichtschreiber, Nationalökonom und speziell als Philosoph eine Größe ersten Ranges. Mach war ein vorzüglicher Physiker, Physiologe, Didaktiker und als Philosoph ebenfalls, wie ich mit vielen anderen glaube, eine erste Größe, man merkt das wohl schon aus seinem großen Einfluß auf so viele höchst achtungswerte Fachleute und auf das wissenschaftliche Denken unserer Zeit überhaupt.

Damit sind wir aber der Frage näher gerückt: Inwiefern war Mach überhaupt eine wissenschaftliche Größe?

Was seine Leistungen als Naturforscher betrifft, so muß man wohl Mach als einen höchst verdienstvollen Physiker, sowohl im experimentellen Gebiet als auch, und das besonders, in Beziehung auf aufklärende Arbeiten bezeichnen. Durch seine Kritik der Prinzipien und der wichtigsten Theoreme der Mechanik und Wärmelehre hat er den ganzen Anstoß zu der so lebhaften naturwissenschaftlich-erkenntniskritischen Bewegung unserer Zeit gegeben, und das allein macht ihn schon zu einer Größe in der geistigen Welt. Und endlich erhob sich Mach im Laufe seiner Denkarbeit zu allgemeinen philosophischen Leistungen, die von vielen sehr hoch geschätzt und jedenfalls von allen Fachleuten als höchst anregend, originell und sehr einflußreich angesehen werden; nicht wenige sehr kompetente Beurteiler philosophischer Leistungen halten Mach für den ersten Naturphilosophen unserer Zeit. Obwohl also Mach als Fachmann in der Naturforschung nicht so grundlegende Entdeckungen oder Erfindungen aufzuweisen hat, wie etwa Robert Mayer, Helmholtz oder Faraday, so liegt seine, nicht geringere Bedeutung als jene dieser Forscher, auf dem erkenntniskritischen Gebiete, in welchem diese ihm gegenüber gänzlich den kürzeren ziehen.

Nur den seltensten Individuen ist es eben gegeben, in fachlicher und zugleich in philosophischer Richtung Großes ersten Ranges hervorzubringen, wie das bei Plato, Aristoteles, Leibniz und etwa Kant, und seither nicht mehr, der Fall war, und es gibt sogar bedeutende Geister, die Aristoteles und Leibniz gar nicht zu den großen, schöpferischen Philosophen zählen wollen.

Ein spezieller Punkt, der sich auf Mach als Physiker bezieht, soll hier nicht übergangen werden, nämlich seine gegnerische Stellung zur Molekulartheorie. Diese Gegnerschaft gegen eine Theorie, die früher noch nicht entfernt auf jene großen Triumphe pochen konnte wie in unseren Tagen, war, wie selbstverständlich, eine sachliche.

Ein Grund zu der mitunter fanatischen Verurteilung dieser Opposition, selbst wenn sie dem Fortschritt der Physik einigermaßen geschadet hätte, ist ebensowenig vorhanden, wie eine solche im Laufe der Entwicklung der Physik in früheren analogen Fällen begründet war.

Derartige Zurückweisungen neuer Theorien kamen ja nicht selten vor, sie bilden bereits einen allgemein bekannten Anekdotenschatz aus dem Gebiete der Wissenschaft, der von solchen Leuten gerne zitiert wird, die selbst dem offenkundigen riesigen Fortschritt der Wissenschaft gegenüber eine hohe pessimistische Weltauffassung zu vertreten glauben, wenn sie wegen solcher Geschichten eine Jammermiene aufsetzen und über die „Schwäche des menschlichen Geistes“ klagen.

Einen hierher gehörigen Fall will ich doch besonders hervorheben, weil er drei der größten Geister der Menschheit betrifft. Als Newton seine Theorie, genauer: seine Hypothese, der Wirkung in die Ferne aufstellte, bezeichnete sie Huyghens als „Absurdität“, Leibniz desgleichen, und ein Gelehrter schrieb darauf bezüglich an Huyghens: „jener Herr — damit war Newton gemeint — „hätte, bevor er sein Werk über Naturphilosophie herausgab, gut getan, sich bei Ihnen Rats zu erholen.“ Und lange Zeit hindurch schlossen sich doch alle späteren Physiker der Newtonschen Auffassung der Gravitationsvorgänge an, bis vor relativ kurzer Zeit wiederum Newton von Faraday durch dessen Theorie der Nahewirkung der Kräfte umgeworfen wurde; und, was nebenbei bemerkt sei, nach meiner Ueberzeugung ist die Nahewirkungstheorie ebensowenig einwandfrei wie jene der Fernwirkung. Ueber solche Zurückweisung neuer Ansichten seitens großer Männer, über welche Zurückweisungen sich später jeder Mittelschüler gerne lustig macht, muß man, geradeso wie im Gebiete der Kunst gelegentlich ebensolcher Fälle von Opposition seitens großer Autoritäten gegen Neuerungen, ohne alle Parteinahme, eigentlich ohne alle weitere Reflexion, sprechen und sie als Tatsache hinnehmen, ausgenommen man hat eine besondere Freude an Medisance. — Noch ein Wort über die wissenschaftliche Individualität Machs, denn sehr würdig der näheren Betrachtung scheint mir auch seine Arbeits- und Schreibweise zu sein. Was ich einmal von Robert Mayer sagte, nämlich: er sei ein Charakter-Denker gewesen, gilt genau so von Mach. Die meisten Forscher, mit ihren größeren oder geringeren Talenten, besitzen je nachdem: Geist, Scharfsinn, ausgebreitete Kenntnisse oder Kombinationsgabe, welche Eigenschaften ihnen gewissermaßen im Kopfe zu sitzen scheinen, so daß man sagen kann: diese Forscher haben diese oder jene Begabung. Bei Individuen wie Robert Mayer, Darwin oder Mach aber denkt man unwillkürlich: sie sind etwas, nämlich eine besonders begabte Natur, die Resultate ihres Denkens scheinen, so wie sie allmählich zutage treten, nicht ihrem Kopfe, sondern ihrem ganzen Wesen zu entsprießen, ähnlich wie es bei gewissen naiven, innigen Kunstwerken vorkommt. Schon in der Ausdrucksweise und der Darlegung der Arbeiten solcher Denker zeigt sich — nicht der Gelehrte, wie es Tausende gab und noch immer gibt, sondern — eine eigentümliche Individualität, eine Persönlichkeit, von der man nicht sagen kann, sie sei besonders geistreich oder scharfsinnig, sondern einfach, klar, von vollendeter Reinheit und Gewissenhaftigkeit, Forscher: mehr zu ihrer eigenen Befriedigung als zur Produktion und zum Glänzen vor der Welt.

Und zum Schluß einige Mitteilungen über Mach als Privatmann. Ich habe oben auf einige Berührungspunkte Machs mit Hume hingewiesen; ein äußerer Unterschied bestand jedoch zwischen diesen beiden in hohem Grade. David Hume hatte, wie sein einstmaliger Chef, Lord Conway, dessen Sekretär er war, behauptete, eine unvergleichlich häßliche und geistlose — sage: geistlose — Physiognomie, wie sie nicht weiter in der Welt zu finden war, von Mach muß man genau das Gegenteil behaupten:

Wer Mach kannte oder eine gute Photographie von ihm sah — eine ausgezeichnete gibt es von Theodor Beer in dessen schönem Buche: „Die Weltanschauung eines modernen Naturforschers“ — bekam den Eindruck einer angenehmen, höchst gutmütigen und dabei geistig energischen Physiognomie; selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftmut und Güte in sich. Ich ging mehr als ein halbes Jahrhundert mit Mach um und konnte ihn in seinem wissenschaftlichen wie in seinem privaten Charakter genau genug beobachten, ich fand, daß er gegen jeden, der ihm in die Nähe kam, ob es ein berühmter, gelehrter oder ein ganz ungebildeter Mann war, stets gleich freundlich und wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede, ihm noch so antipathische Ansicht und vor allem, selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit, von der vollkommensten natürlichen Bescheidenheit. Ich lernte niemals einen Menschen kennen, der in der privaten wie in der öffentlichen Diskussion eine solche Gesittung bewiesen hätte, niemals hielt er sich an oder gegen die Person, stets nur an die Sache, und in seinen Schriften war er in Anerkennung der Leistungen anderer von der höchsten Redlichkeit und Bereitwilligkeit, ja, nach meiner Meinung ging sein lobendes Zitieren fremder Werke mitunter zu weit.

In den mehr als fünfzig Jahren unseres Verkehrs bemerkte ich an ihm nicht ein einziges Mal den geringsten Zug von übler oder gar boshafter Stimmung oder von Rachsucht gegenüber Anfeindungen, deren er wohl genug erfahren hatte; auch sah ich überhaupt nie eine moralische Schwäche oder Unschönheit an ihm; ich hörte nicht ein einziges Mal von ihm selbst ein bescheidenstes Selbstlob, und wie Mach über Bescheidenheit und Fachdünkel dachte und wie sein ganzes Wesen rein und edel war, wird man am besten aus folgendem ersehen.

Vor ungefähr vierzig Jahren fuhren wir mitsammen von Wien nach Graz, und im Kupee sprachen wir davon, wie unsympathisch der Eigendünkel so vieler Fachleute in Wissenschaft wie in Kunst sei; namentlich wenn man bedenkt, wie kompliziert die Welt und das Leben, wie schwierig die Probleme und wie verschwindend klein die allermeisten, selbst sehr verdienstvollen Forscher erscheinen, wenn man ihnen die ganz großen Genies gegenüberstellt. „Als man einst Mozart fragte, wen er für größer halte, Bach oder Händel,“ fügte ich hinzu, „erklärte er sich für Bach, begann aber seine Rede mit den Worten: ‚Wenn ich überhaupt das Recht habe, dreinzureden.‘“

Darauf füllten sich die Augen meines edlen Freundes mit Tränen.

6

Grossbothen, den 15.April 1916.

Herrn Josef Popper, Wien XIII, Woltergasse 2a.

Hochgeehrter Herr!

Ihre freundliche Zusendung des Aufsatzes über Mach, für die ich bestens danke, lässt mich erkennen, dass ich vielleicht keine Fehlbitte tun werde, wenn ich Sie um eine grössere Arbeit in gleichem Sinne bitte. Es würde sich nämlich um einen Beitrag für die von mir herausgegebene und von der Akademischen Verlagsgesellschaft verlegte Sammlung "Grosse Männer" handeln, die ich nicht mit der inzwischen aufgeschobenen Unternehmung Förderer der Menschheit zu verwechseln bitte. Jene Sammlung besteht aus ausführlichen Biographien von zwei- bis vierhundert Seiten oder mehr Umfang und es wüürde sich somit um das klassische Werk handeln, aus dem die Nachwelt ihre persönlichen Vorstellungen von Ernst Mach entnehmen würde. Natürlich könnte Ihnen die literarische Detailarbeit nicht zugemutet werden, ich stelle mir aber vor, dass es Ihnen vermöge Ihrer nahen Beziehungen zu Ernst Mach möglich sein wird, diesen Teil der Arbeit (Sammlung und Ordnung der Briefe usw.) einem Mitarbeiter zu übergeben. Vielleicht wäre seine Schwester dazu geeignet und willig. Was das Honorar und das übrigge Geschäftliche anlangt, so bitte ich das gegebenenfalls mit der Akademischen Verlagsgesellschaft, Leipzig, Markgrafenstrasse 4 zu verhandeln.

Mit den herzlichsten Grüssen

Ihr ganz ergebener

WOstwald

Wien den 24. April
1916

Hochgeehrter Herr Geheimrat!

Ich danke Ihnen verbindlichst für die mich ehrende Einladung an der Mach-[illegible] mitzuarbeiten.
Nun muss ich Ihnen aber mitteilen, dass ich von Mach kaum 5–6 Briefe besitze, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Wir [illegible] [illegible] [illegible] wissenschaftlichen [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Nur [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].
Übrigens haben [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], dass ich nicht in [illegible] bin, irgend eine [illegible] Arbeit zu übernehmen. Ich habe dies bereits an die [illegible] Gesellschaft geschrieben.

Aber Prof. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Briefe von Mach [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Arbeiten [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
Ich bitte [illegible] für Ihre [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

Hochachtungsvoll
ergebenst Josef Popper

P.S. Für die Zusendung der Sonderabdrücke [illegible] [illegible] Schriften [illegible] meinen besonderen Dank
J.P.

8

A b s c h r i f t

Rp. 10. D o c t o r    M a n i t z

L e i p z i g

Kanstraße 17

Josef Popperlynkeus erkrankt wünscht Nachricht wann Abzüge seiner Biographie erhält drahtet Marcus Dornbacherstr 107

A n t w o r t  von Dr. Manitz.

Arbeitsverhältnisse zur Zeit außerordentlich schwierig daher Lieferung erst in 8 Tagen möglich

M a n i t z

Frankfurt am Main nach London, wurde der Chef des großen Bankhauses und seine Frau, eine geborne Gräfin Stosch, war vor dem Ausbruche des Krieges eine der besten Freundinnen der Gemahlin des Premierministers, der Mrs. Asquith, die in der Jugend einen Mädchenbund der Seelen für Genüsse verfeinerter und vielleicht auch überfeinerter Lebensanschauung gebildet hatte. Die Beziehungen zwischen der Lady Speyer und der Gattin des Premierministers wären beinahe eine Gefahr für einen Staatsmann geworden, den die heftigsten Stürme bisher nicht umwerfen konnten. Mrs. Asquith, die vielleicht durch Lady Speyer einen näheren Einblick in das deutsche Wesen bekommen hatte, wollte die Anschauung ihrer Kinder über das

ärgerlich, und in einer Botschaft an
die Reizbarkeit in Drohungen mit
die Deutschen. Aber die demokrati
der Präsident hervorgegangen ist
stehenden Sitte die Pflicht hat, ihn
zeit zur Wiederbewerbung aufzufor
eine unüberbrückbare Kluft zwische
einem Teile der Wähler sich bilde
Streit mit den Mittelmächten i
hineingezogen werde. Die Politik d
Volke und im Kongreß angefochten
amerikanischen Bürger will gewiß
keinen Abbruch der diplomatischen

Sie haben es schon im Frieden mit
sucht, zum Beispiel eine falsche Mobil

# Feuilleton.

## Erinnerungen an Ernst Mach.

Von Wilhelm Jerusalem.

Mit Ernst Mach ist einer der bedeutendsten Männer dahingegangen, die Deutschösterreich hervorgebracht hat. Das wissen alle, die Machs Schriften gelesen und verstanden haben. Noch tiefer aber sind davon die wenigen durchdrungen, die das Glück hatten, dem Manne persönlich näher zu treten und sich seines Umganges zu erfreuen. Hier erst lernte man die geradezu unglaubliche Weite seines Geistes kennen, die schon überall gewesen war und alle Probleme durchdacht hatte. Wie erstaunte man da, wenn es sich zeigte, daß der Physiker und Physiolog Mach in den alten Klassikern besser zu Hause war als mancher Philolog. Hier äußerte sich Mach oft drastischer und bildhafter als in seinen Schriften. Im vertrauten Gespräch erfuhr man seine wahre Meinung über die einzelnen Probleme, auch dort, wo Mach mit sich selbst noch nicht im reinen war, und das war besonders belehrend. Nicht selten kam es vor, daß ich irgendeinen Einfall ihm zur Prüfung vorlegte und er darauf eines seiner Bücher aufschlug und mir einen kurzen Satz zeigte, in welchem derselbe Gedanke ganz kurz, aber auch ganz präzis ausgedrückt

war. Mach führte seinen berühmter
ökonomie" eben auch in der Weise
wonnenen Einsichten in der schlichte
zum Ausdruck brachte. Dadurch wu
Bücher langsamer, gründlich und b
Malen zu lesen. Und das ist unerläß
unendlich großen Reichtum seiner
nehmen will. Wenn ich nun aus der
die ein mehr als zwanzigjähriger
gelassen hat, einiges mitteilen soll,
am besten so, daß ich die Er
seines Lebensganges aufreihe. Mach
man ihn dazu anregte, nicht ungern
so ergibt sich dabei die willkomme
bisher Unbekannte mitzuteilen.

Den größten Teil seiner Juge
Siebenbrunn in Niederösterreich zu
ein Bauerngut erworben hatte. In d
Erzieherin", die Mach vor eini
(2. Auflage 1913 bei Braumüller),
Siebenbrunner Heim anschaulich ge
auf das ich in diesen Blättern gleic
merksam machte, wird jetzt zu einer
künftigen Biographen Machs werde
früher in mehreren adeligen Häusern

finden. Nach den Ferien suchte ich Mach in
Wohnung in der Singerstraße auf und fa
ändert. Es war nicht nur die mangelha
der rechten Körperhälfte. Es wurde ihm a
schwer und das Gedächtnis hatte gelitten.
hinauszog und in Gersthof eine Wohnung
fand, den er direkt aus dem Zimmer betre
Treppen zu steigen, da besserte sich sein Z
und bald kehrte seine ganze geistige Fri
überaus wohltuender Humor wieder. Dort
ich, teils im Zimmer, teils im Garten, in
Stunden zugebracht, die zu den wertvollst
meines Lebens gehören. Die zunehmende
stattete den Verkehr immer herzlicher
Wollte ich Aufklärung über ein physikalis
gab er sie so klar, daß jedes Kind ihn versteh
ich in psychologischen erkenntnistheoretische
Einfall, so durfte ich sicher sein, daß er lieb
gehen und mich durch Zustimmung oder
sehr fördern würde.

Bewundernswert war die Energie, mi
lähmten Teile seines Körpers wieder b
Durch methodische Uebungen hatte er es
daß er im Garten mehrere hundert Schrit
Man sah es geradezu mit den Augen, wie s
Körper baute. Schade, daß Mach diese für
Wohnung verlassen mußte. Ich muß imme
daß er länger gelebt hätte, wenn er hä
können.

Seit der Berufung nach Wien ging es
heit Machs rasch vorwärts. Die im Jahre 1
„Populären Vorlesungen" haben mich so
darüber in diesen Blättern (27. August
Aus den liebenswürdigen Briefen des Ver
schließen, daß ich dadurch zur Verbrei
zückenden Buches etwas habe beitragen

Frankfurt am Main nach London, wurde der Chef des großen Bankhauses und seine Frau, eine geborne Gräfin Stosch, war vor dem Ausbruche des Krieges eine der besten Freundinnen der Gemahlin des Premierministers, der Mrs. Asquith, die in der Jugend einen Mädchenbund der Seelen für Genüsse verfeinerter und vielleicht auch überfeinerter Lebensanschauung gebildet hatte. Die Beziehungen zwischen der Lady Speyer und der Gattin des Premierministers wären beinahe eine Gefahr für einen Staatsmann geworden, den die heftigsten Stürme bisher nicht umwerfen konnten. Mrs. Asquith, die vielleicht durch Lady Speyer einen näheren Einblick in das deutsche Wesen bekommen hatte, wollte die Anschauung ihrer Kinder über das

ärgerlich, und in einer Botschaft an den Kongreß entlud sich die Reizbarkeit in Drohungen mit Ausnahmsgesetzen gegen die Deutschen. Aber die demokratische Partei, aus welcher der Präsident hervorgegangen ist und die nach einer bestehenden Sitte die Pflicht hat, ihn nach Ablauf der Amtszeit zur Wiederbewerbung aufzufordern, will verhüten, daß eine unüberbrückbare Kluft zwischen dem Präsidenten und einem Teile der Wähler sich bilde und das Land durch den Streit mit den Mittelmächten in ernste Verwicklungen hineingezogen werde. Die Politik des Präsidenten wird im Volke und im Kongreß angefochten, und die Mehrheit der amerikanischen Bürger will gewiß keinen Krieg und auch keinen Abbruch der diplomatischen Beziehungen. Die Krise

Mensch wird glauben, daß ein Professor der Geschichte wie Woodrow Wilson bloß deshalb einen Krieg führen oder die diplomatischen Beziehungen abbrechen will, weil irgendein amerikanischer Reisender die Laune hat, gerade auf bewaffneten Handelsschiffen herumzufahren. Er könnte ebensogut verlangen, im Luftschöpfen auf den Höhen von Verdun nicht von der deutschen Armee gestört zu werden. Völker, die um Leben und Tod kämpfen und sich dennoch so einrichten sollen, daß sie das Behagen des amerikanischen Reisenden nicht stören, der Widerspruch ist zu grell. England soll geschützt werden.

# Feuilleton.

## Erinnerungen an Ernst Mach.

Von Wilhelm Jerusalem.

Mit Ernst Mach ist einer der bedeutendsten Männer dahingegangen, die Deutschösterreich hervorgebracht hat. Das wissen alle, die Machs Schriften gelesen und verstanden haben. Noch tiefer aber sind davon die wenigen durchdrungen, die das Glück hatten, dem Manne persönlich näher zu treten und sich seines Umganges zu erfreuen. Hier erst lernte man die geradezu unglaubliche Weite seines Geistes kennen, die schon überall gewesen war und alle Probleme durchdacht hatte. Wie erstaunte man da, wenn es sich zeigte, daß der Physiker und Physiolog Mach in den alten Klassikern besser zu Hause war als mancher Philolog. Hier äußerte sich Mach oft drastischer und bildhafter als in seinen Schriften. Im vertrauten Gespräch erfuhr man seine wahre Meinung über die einzelnen Probleme, auch dort, wo Mach mit sich selbst noch nicht im reinen war, und das war besonders belehrend. Nicht selten kam es vor, daß ich irgendeinen Einfall ihm zur Prüfung vorlegte und er darauf eines seiner Bücher aufschlug und mir einen kurzen Satz zeigte, in welchem derselbe Gedanke ganz kurz, aber auch ganz präzis ausgedrückt war. Mach führte seinen berühmten Grundsatz der „Denkökonomie" eben auch in der Weise durch, daß er seine gewonnenen Einsichten in der schlichtesten und kürzesten Form zum Ausdruck brachte. Dadurch wurde man veranlaßt, seine Bücher langsamer, gründlich und besonders zu wiederholten Malen zu lesen. Und das ist unerläßlich, wenn man den fast unendlich großen Reichtum seiner Gedanken in sich aufnehmen will. Wenn ich nun aus der Fülle der Erinnerungen, die ein mehr als zwanzigjähriger Verkehr in mir zurückgelassen hat, einiges mitteilen soll, so geschieht dies vielleicht am besten so, daß ich die Erinnerungen am Faden seines Lebensganges aufreihe. Mach erzählte nämlich, wenn man ihn dazu anregte, nicht ungern aus seinem Leben, und so ergibt sich dabei die willkommene Gelegenheit, manches bisher Unbekannte mitzuteilen.

Den größten Teil seiner Jugend hat Ernst Mach in Siebenbrunn in Niederösterreich zugebracht, wo sein Vater ein Bauerngut erworben hatte. In den „Erinnerungen einer Erzieherin", die Mach vor einigen Jahren herausgab (2. Auflage 1913 bei Braumüller), hat seine Schwester das Siebenbrunner Heim anschaulich geschildert. Dieses Buch, auf das ich in diesen Blättern gleich beim Erscheinen aufmerksam machte, wird jetzt zu einer wichtigen Quelle für den künftigen Biographen Machs werden. Machs Vater, der früher in mehreren adeligen Häusern Erzieher gewesen war, unterrichtete den Sohn selbst und brachte ihn so weit, daß er in die siebente Klasse des Gymnasiums von Kremsier eintreten konnte.

In Siebenbrunn hatte Mach neben dem Unterricht noch Zeit genug, in den Feldern und Auen herumzuschweifen, und die Beobachtungen und die Gedanken, die er hier erlebte, haben in gewissem Sinne den Grund gelegt zu der wissenschaftlichen Eigenart, die er später in sich ausbildete. Beim Anblick einer Windmühle, so erzählte er mir einmal, kam ihm plötzlich der Gedanke, daß nicht alles aus allem werden könne und daß jeder Vorgang seine bestimmte Ursache habe. Diese gewiß nicht besonders geistvolle und recht naheliegende Einsicht hat sich aber trotzdem bei ihm zu einer ganz originellen Auffassung des Naturgesetzes entwickelt. In seinem reifsten Werke, in dem Buche „Erkenntnis und Irrtum", definiert nämlich Mach den vielerörterten Begriff des Naturgesetzes folgendermaßen: „Ihrem Ursprunge nach sind die „Naturgesetze" Einschränkungen, die wir unter Leitung der Erfahrung unserer Erwartung vorschreiben." Die tiefe Beziehung des Naturgesetzes zum menschlichen Erkennen und zum menschlichen Leben ist noch nie mit solcher Klarheit erkannt und ausgesprochen worden. Für die gegenwärtig in Deutschland herrschende Richtung in der Philosophie ist es bezeichnend, daß diese tiefdringende Definition Machs in mehreren unlängst erschienenen

Abhandlungen, die sich ganz speziell mit dem Begriff des Naturgesetzes beschäftigen, gar nicht erwähnt wird.

Von seiner Gymnasialzeit in Kremsier erzählte Mach nicht ungern. Die Lektüre der lateinischen und griechischen Autoren betrieb er gern, und das Verständnis gelang ihm leicht. Dagegen lagen ihm die grammatischen Uebungen weniger. Besonders schwer wurde es ihm, die zahlreichen Geschichtsbücher von Pütz dem Gedächtnisse einzuprägen. Von den Lehrern lobte er am meisten die, die zum Selbstdenken anregten.

Von der Universitätszeit (1855 bis 1859), die er in Wien zubrachte, sprach er selten. Es scheint, daß er sich im Laboratorium und in der Bibliothek selbst weiterbrachte. Dagegen wurde er viel lebhafter, wenn er auf seine Dozentenjahre (1861 bis 1864) zu sprechen kam. Hier sammelte sich um ihn ein kleiner Freundeskreis, zu dem unter anderen der Physiker Lang, der Botaniker Wiesner, der Nationalökonom Herrmann, der Pädagog Kriescheck, der Aesthetiker Kulka und vor allem der Ingenieur Josef Popper gehörte, der heute wohl am tiefsten den Verlust seines langjährigen treuen und gleichaltrigen Freundes betrauert. Für die geistige Entwicklung Machs waren gerade diese Jahre von entscheidender Wichtigkeit.

Mach hatte, wie er wiederholt selbst erzählte, bereits im Alter von sechzehn Jahren Kants „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik" in die Hand bekommen und eignete sich aus diesem Buche die Ueberzeugung an, daß unser Weltbild durch die Natur unserer Sinnesorgane und durch die Beschaffenheit unseres Denkens ganz und gar bedingt sei. Was wir sehen, hören und tasten und was wir aus diesem Empfindungsstoff denkend gestalten, das ist die einzige uns zugängliche Seite der Dinge; es ist eine Welt der Erscheinungen. Daß hinter dieser Welt der Erscheinungen noch, wie Kant glaubte, ein von uns unabhängiges „Ding an sich" stecke, das hielt Mach schon damals für eine vollkommen überflüssige Annahme. Er sagte sich, daß die Wissenschaft sich damit begnügen müsse, aber auch begnügen könne, die Welt der Erscheinungen zu erforschen. So weit war Mach gekommen, als er das im Jahre 1859 erschienene Werk Darwins „Ueber die Entstehung der Arten" kennen lernte. Die neue Auffassung der Lebensvorgänge, die ihm hier entgegentrat, machte großen Eindruck auf ihn. Er kam zur Einsicht, daß alle menschliche Erkenntnis nichts anderes sei als eine Anpassung der Gedanken an die Tatsachen, ein Mittel zur Erhaltung und Bereicherung des Lebens, eine Waffe im Kampf ums Dasein.

Im Verkehr mit dem Nationalökonomen Herrmann, dem Erfinder der Korrespondenzkarte, lernte Mach den Begriff des wirtschaftlichen Verhaltens, des haushälterischen Arbeitens, kurz das Prinzip kennen, das man im prägnanten Sinne „Oekonomie" nennt. Durch eine geniale Synthese brachte nun Mach diesen dem Wirtschaftsleben entstammenden Begriff mit dem Entwicklungsgedanken zusammen. Es wurde ihm klar, daß die Wissenschaft immer neue Denkmittel ersinne, die es ermöglichen, große Komplexe von Erfahrungen in kurze, einfache Formeln zu bringen und so für künftige Verwendung bereit zu halten. Dadurch werden mit einem verhältnismäßig geringen Denkaufwand große Stoffmassen bewältigt und die Bahn frei gemacht für neue Probleme. Das ist der Sinn der berühmt gewordenen „Denkökonomie", eines der originellsten Leitgedanken, die Mach geschaffen hat. So ist zum Beispiel die Algebra ökonomischer als die Ziffernrechnung. So wird durch grammatische Zergliederung das kaum übersehbare Material einer Sprache ökonomisch geordnet und zum Erlernen wie zum Verstehen zurecht gelegt.

So hatte also Mach bereits in seiner Jugend alle Grundprinzipien seiner Forschungsmethode konzipiert, und seine weitere Arbeit diente nur dazu, durch umfassende historische, physikalische und psychologische Untersuchungen diese Prinzipien anzuwenden und fruchtbar zu machen.

Im Jahre 1864 kam Mach als Professor der Mathematik nach Graz, übernahm aber schon nach einem Jahre die Professur für Physik. Dort lernte er seine Frau kennen, die durch fast fünfzig Jahre mit ihm in glücklicher Ehe gelebt hat und nun an seinem Grabe trauert.

Drei Jahre später (1867) wurde Mach zum Professor der Experimentalphysik in Prag ernannt und wirkte dort volle achtundzwanzig Jahre. Aus der ersten Zeit seines Aufenthalts in Prag erzählte mir Mach viel von den Werbeversuchen der czechischen Größen, die den neuen Ankömmling für ihre nationale Sache gewinnen wollten. Purkinje, der berühmte Physiolog, dessen optische Arbeiten das Interesse Goethes erregt hatten, lebte damals noch als Professor der Physiologie in Prag. Er war bekanntlich ein stark nationaler Czeche und glaubte, in dem neuen Professor der Physik, der in Mähren geboren war, einen Gesinnungsgenossen zu finden. Als ihn nun Mach besuchte, sprach er ihn czechisch an. „Ich habe gehört, daß Sie Czechisch sprechen." Mach antwortete deutsch und ließ sich auf kein politisches Gespräch ein. Zum Mitglied der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften gewählt, mußte Mach dem damaligen Präsidenten der Gesellschaft, dem Historiker Palacky, einen Besuch machen. Dieser redete ihm nun energisch zu, sich doch auf die czechische Seite zu stellen, und meinte, in national erregten Zeiten müsse jeder Partei ergreifen. Mach lehnte entschieden ab und blieb, was er war, ein Deutscher, der sich allerdings ganz seiner Wissenschaft widmete und sich um Politik nicht kümmerte. Später hat er sich um die deutsche Sache verdient gemacht, indem er nach der Gründung der czechischen Universität (1883) den Besitzstand der alten Hochschule im Verein mit seinem Freunde Ewald Hering energisch verteidigte.

In Prag gelangte Mach zur vollständigen wissenschaftlichen und philosophischen Reife. Hier entstanden seine grundlegenden Werke, allein es gelang ihm noch nicht, jenes Maß von Anerkennung und Wirkung zu finden, auf das ein solcher Forschergeist Anspruch hat. Um seiner bereits feststehenden Ueberzeugung von der biologischen und ökonomischen Funktion der Wissenschaft eine historische Basis zu geben, versenkte sich Mach viele Jahre hindurch in die Geschichte der Physik. Aristoteles und Archimedes, Euklid und Heron und was sonst von der Physik des Altertums erhalten

ist, wurde durchgearbeitet. Ganz besonders gründlich befaßte sich Mach aber mit den Begründern der modernen Mechanik, mit Kepler, Galilei, Huygens, Stevin, Newton und anderen. Mach besaß die meisten dieser Werke in alten Originalausgaben. Oft hat er in meiner Gegenwart mit der linken Hand — die rechte war seit 1898 gelähmt — einen Folianten Keplers heruntergelangt und nach der philologischen Interpretation einer Stelle gefragt. Die Frucht dieser Studien war das im Jahre 1883 erschienene und seither klassisch gewordene Werk „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt", das nunmehr in siebenter Auflage vorliegt. Mach hat hier den Nachweis erbracht, daß viele grundlegende Sätze der Mechanik bereits dem vorwissenschaftlichen Denken bekannt und bei der Herstellung primitiver Werkzeuge gleichsam instinktiv gefunden worden sind. Die Wissenschaft hat diese Wahrheiten nicht neu entdeckt, sondern nur zum Bewußtsein gebracht und exakt formuliert.

Mach hatte sich vorgenommen, auch die anderen Gebiete der Physik in ähnlicher historisch-kritischer Untersuchung zu bearbeiten, wie er es zuerst mit der Mechanik getan. Die „Prinzipien der Wärmelehre", ein von den Physikern besonders hochgeschätztes Buch, hat er im Jahre 1896 publiziert. Eine Darstellung der Optik liegt nahezu vollendet und wird seiner Bestimmung gemäß aus seinem Nachlaß herausgegeben werden.

Nach Abschluß der „Mechanik" wandte er sich jedoch psychologischen Untersuchungen zu. Im Jahre 1886 erschien ein kleines Buch mit dem Titel „Beiträge zur Analyse der Empfindungen". Nicht allzu viele Psychologen und Philosophen beachteten das dünne Büchlein. Allein die wenigen, die es lesen, erkannten sofort, daß hier neue und ungewohnte Forschungswege betreten wurden. In gewissem Sinne war Mach in seiner psychologischen Methode durch Herbart angeregt worden. Dieser Forscher hatte nämlich den Versuch gemacht, das Getriebe der Vorstellungen, die er als Kräfte der Seele betrachtete, in einer Art von selbständiger Gesetzmäßigkeit, gleichsam als Mechanismus, darzustellen. Zugrunde lag allerdings für Herbart die metaphysische Voraussetzung einer einfachen Seelensubstanz. Mit diesem Begriff wußte nun allerdings Mach nichts anzufangen, allein er eignete sich, genau so, wie er es früher bei Kant und Darwin getan hatte, aus Herbart nur das an, was seiner Natur kongenial war, und schuf sich aus Herbarts Vorstellungsmechanik eine Ich-lose Psychologie.

Eine Ich-lose Psychologie! Das ist schwer verständlich, und ich muß offen bekennen, daß ich hier mit meinem verstorbenen Freunde niemals mitgehen konnte. Ich finde nämlich mit William James, daß die Bezogenheit auf ein Ich das ursprünglichste, das wichtigste und ganz und gar nicht ausschaltbare Merkmal alles seelischen Geschehens ist. Mach aber dachte anders. Er war überzeugt, daß durch die Ueberwindung des Ich-Begriffes ein wesentlicher methodologischer Fortschritt erzielt sei. So wie Kopernikus, pflegte er zu sagen, uns von der geozentrischen Anschauung befreit hat, wonach die Erde im Mittelpunkte der Welt lag, so müssen wir die egozentrische Weltansicht überwinden, die uns vortäuscht, daß wir selbst das Zentrum seien, um das sich das Weltall dreht. Für Mach ist das Ich ein Komplex von Empfindungen, Erinnerungen, Gefühlen und Trieben, ein Komplex, der keineswegs konstant bleibt. Alle diese Vorgänge in uns stehen in engstem, unlöslichem Zusammenhange mit physiologischen Prozessen und mit den Dingen da draußen, die ja auch nichts anderes sind als Komplexe von Empfindungen. Die Wissenschaft hat keine andere Aufgabe, als diese Vorgänge in ihre Elemente zu zerlegen und die funktionalen Beziehungen zwischen denselben zu ermitteln. Der Unterschied zwischen Physischem und Seelischem existiert für Mach nicht. Er verlangt vom Forscher eine Art von künstlicher Naivität, die, mit den Denkmitteln moderner Wissenschaft ausgerüstet, zum Ursprunge zurückkehrt und alle unnatürlichen Vorurteile unerbittlich zerstört.

Im Jahre 1894 erlitt Mach einen schweren Verlust. Ein hoffnungsvoller Sohn, der sich gerade in Göttingen habilitieren sollte, wurde ihm durch jähen Tod entrissen. Das verleidete ihm den Aufenthalt in Prag, und er trug sich mit der Absicht, sein Lehramt niederzulegen und nach Wien zu übersiedeln. Da war es ihm nicht unwillkommen, daß ihm die Wiener philosophische Fakultät, angeregt durch Theodor Gomperz, den Vorschlag machte, in Wien eine Professur der Philosophie zu übernehmen. Mach verlangte, daß der Lehrauftrag auf Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften ausgedehnt werde, und nahm, als dies zugestanden wurde, die Berufung an.

Mach hatte sich im Souterrain der Universität zwei Zimmer einrichten lassen, wo er ungestört experimentieren konnte. Er nannte sie nun „das Loch". Das Lokal war ziemlich entlegen und nicht ganz leicht zu finden. Trotzdem mehrte sich die Zahl der Besucher bald so sehr, daß es Mach lästig wurde, besonders da er fast immer allein da war und jedem Besucher selbst öffnen mußte. Eines Tages sagte er mir, ich solle von nun an immer dreimal läuten, sonst mache er nicht auf. Dieses Zeichen hatte er mit den näheren Bekannten verabredet, um nicht allzusehr überlaufen zu werden. So kam ich denn öfter in das „Loch" und verbrachte da sehr anregende Stunden. Dort gratulierte ich ihm am 18. Februar 1898 zu seinem sechzigsten Geburtstag und fügte hinzu, daß ich das Datum niemandem verraten habe. Er dankte mir besonders für die Geheimhaltung. Daß dies nicht Redensart, sondern seine wahre Meinung war, erfuhr ich zehn Jahre später in einer für mich nicht gerade erfreulichen Weise. Wir hatten nämlich zum siebzigsten Geburtstag eine Festschrift vorbereitet. Wir hatten bereits den Verleger und feste Zusagen von vielen sehr bedeutenden Gelehrten. Da erfuhr Mach von der Sache und protestierte so energisch, daß ich allen Teilnehmern abschreiben mußte.

Im Jahre 1898 erlitt Mach auf einer Reise nach Jena, wo sein ältester Sohn im Zeißschen Institut arbeitete, einen Schlaganfall, der ohne Bewußtseinsstörung verlief und eine halbseitige Lähmung zur Folge hatte. Ich war damals nicht in Wien und erhielt vom Sohne Nachrichten über das Be-

Sie haben es schon im Frieden mit Täuschungen ver-
sucht, zum Beispiel eine falsche Mobilisierungsvorschrift

Wiederum in Przemysl, und zwar später, in einer Dezembernacht stellten die Unseren heimlich ein riesiges

---

finden. Nach den Ferien suchte ich Mach in seiner damaligen Wohnung in der Singerstraße auf und fand ihn sehr verändert. Es war nicht nur die mangelhafte Beweglichkeit der rechten Körperhälfte. Es wurde ihm auch das Sprechen schwer und das Gedächtnis hatte gelitten. Als er jedoch hinauszog und in Gersthof eine Wohnung mit einem Garten fand, den er direkt aus dem Zimmer betreten konnte, ohne Treppen zu steigen, da besserte sich sein Zustand zusehends und bald kehrte seine ganze geistige Frische und sein so überaus wohltuender Humor wieder. Dort in Gersthof habe ich, teils im Zimmer, teils im Garten, in seiner Gesellschaft Stunden zugebracht, die zu den wertvollsten Erinnerungen meines Lebens gehören. Die zunehmende Vertrautheit gestattete den Verkehr immer herzlicher und intimer. Wollte ich Aufklärung über ein physikalisches Problem, so gab er sie so klar, daß jedes Kind ihn verstehen konnte. Hatte ich in psychologischen erkenntnistheoretischen Fragen einen Einfall, so durfte ich sicher sein, daß er liebevoll darauf eingehen und mich durch Zustimmung oder durch Einwände sehr fördern würde.

Bewundernswert war die Energie, mit der er die gelähmten Teile seines Körpers wieder beweglich machte. Durch methodische Uebungen hatte er es zuwege gebracht, daß er im Garten mehrere hundert Schritt gehen konnte. Man sah es geradezu mit den Augen, wie sich der Geist den Körper baute. Schade, daß Mach diese für ihn so geeignete Wohnung verlassen mußte. Ich muß immer wieder denken, daß er länger gelebt hätte, wenn er hätte dort bleiben können.

Seit der Berufung nach Wien ging es mit der Berühmtheit Machs rasch vorwärts. Die im Jahre 1897 erschienenen „Populären Vorlesungen" haben mich so gepackt, daß ich darüber in diesen Blättern (27. August 1897) berichtete. Aus den liebenswürdigen Briefen des Verlegers durfte ich schließen, daß ich dadurch zur Verbreitung dieses entzückenden Buches etwas habe beitragen können. Im Jahre 1905 erschien Machs reifstes und vollendetstes Buch unter dem Titel „Erkenntnis und Irrtum". Der Reichtum dieses Werkes ist geradezu unerschöpflich. Inzwischen waren immer neue Auflagen der alten Werke zu bearbeiten und immer neue Uebersetzungen in fremde Sprachen durchzusehen. Mach hatte sich bald nach dem Schlaganfalle eine Schreibmaschine angeschafft und lernte sehr bald mit der linken Hand rasch und geschickt schreiben. Er schrieb aber auch ohne Maschine mit der linken Hand sehr leicht und gut. Ich habe mehrere Proben davon als Widmungen auf seinen Büchern, die er mir schenkte. Auch sein Testament hat er in dieser Weise eigenhändig geschrieben.

In voller geistiger Frische hat Mach im Jahre 1913 Wien verlassen, um in die Nähe von München zu übersiedeln, wo sein ältester Sohn ein Häuschen erworben hatte. Von dort aus erhielt ich noch manchen Brief, in dem das rege Interesse am geistigen Leben der Zeit noch deutlich zu merken ist. Vom Kriege wollte Mach nicht gern sprechen. Anfangs wußte er nichts davon, weil er krank war, und später ging er dem Thema aus dem Wege. Ich habe ihm mein Buch „Der Krieg im Lichte der Gesellschaftslehre" selbstverständlich geschickt, allein er ist in seiner Antwort auf den Inhalt nicht eingegangen. Er wollte nur immer Berichte über wissenschaftliche Arbeiten und war besonders dankbar für die Mitteilung von irgendwelchen heiteren Episoden.

Jetzt, wo er nicht mehr ist, wird sein Lebenswerk erst recht Früchte tragen. Seine Gedanken werden weiter wirken und man wird sich immer mehr bemühen, den vollen Sinn seiner Lehren zu deuten und weiter zu entwickeln. Mach hat, wie so viele große Männer vor ihm, die wichtigsten Leitideen bereits in der Jugend konzipiert und sein ganzes Leben daran festgehalten. Wenn ich mit einem Wort sagen soll, was Machs Ziel war, so scheint mir sein ganzes Streben von Anfang an darauf gerichtet, das menschliche Wissen zu vereinheitlichen und zu verlebendigen.

---

In der Dämmerung erschien ein Trupp russischer Soldaten am östlichen Ufer, wurde — man sah es deutlich — durch ein hinten aufgestelltes Maschinengewehr in einen Ponton gezwungen, und ehe unsere Landstürmer noch recht begriffen hatten, was es sollte, ruderten die Russen über den Strom zu uns. Man schoß natürlich auf sie. Sie hatten auch große Verluste; die Ueberlebenden hoben die Hände hoch und gaben sich den Landstürmern gefangen. Bei der Einvernahme klagten sie übereinstimmend, der sonderbare Vorgang hätte nur bezweckt, uns zum Schießen zu veranlassen, damit der russische Kommandant Stärke und Verteilung der Unsern überblicke.

Besonders erfinderisch in Listen war der Gendarmerieoberst Fischer, Kommandant der Bukowina. Er mußte ja das weite Land mit einer Handvoll Menschen verteidigen. Die Täuschung des Gegners war sein erstes Kriegsmittel; es gelang ihm, Vormärsche des Feindes durch Schützengräben aufzuhalten, in denen nur drei, vier halbwüchsige Jungen Pistolen abschossen. Durchschaute der Russe dann den Trug und ging die Gräben an, so geriet er in das Flankenfeuer der Gendarmen; und die Gendarmen schossen gut. Dörfliche Kirchweihpöller dienten da als Artillerie, Misttwagen als Munitionsstaffel.

Was Oberst Fischer im kleinen begonnen, setzte Oberstleutnant P a p p dann im großen fort — und unter seiner Führung Hauptmann Kellner. Der Hauptmann brachte es (indem er selbst einen preußischen Generalstäbler spielte) zuwege, den Russen die Bauernschaft von drei Dörfern als ebenso viele deutsche Brigaden auszugeben — auf eine Entfernung, die außerhalb des feindlichen Geschützertrages war. Die Russen zogen sich kampflos, Hals über Kopf zurück.

Ein ebenso findiger Kommandant hatte irgendwo mit sehr schwachen Kräften einen langen Abschnitt zu halten. Er wußte sich von der russischen Spionage umgeben — und da ein kluger Kopf alle Umstände auszunützen versteht, nutzte er hier zur Verteidigung die — russische Spionage aus. Er ließ nämlich eines Abends auf dem gefährdetsten Teil der Front, einer ausge-

# Ernst Mach.

**Von Hans Krupp (im Felde).**

Vor wenigen Tagen erfuhren wir von dem Hinscheiden dieses Großen der Wissenschaft auf seinem Landsitz in Haar bei München — seinem letzten Willen gemäß erst nach seiner Feuerbestattung. Im Tode noch diese Bescheidung des „Ich", die auch seiner ganzen Weltanschauung den Grundcharakter gab — entgegen der Stimmung einer Epoche, die gerade in diesem Punkt eine machtvolle Entwicklung darstellt, von Kant und dem romantischen Idealismus über Nietzsche, den Gipfel, bis in die Gegenwart hinein.

Ernst Mach, geboren 1838 zu Turas in Mähren, als Kind ideal veranlagter und weltfremder Menschen — der Vater dem Mammon abgeneigt, philosophisch und tierpsychologisch höchst interessiert, von pädagogischer Begabung und einer großen Schwäche für die Landwirtschaft, der erste Pionier der Seidenzucht in Europa, die Mutter eine, wenn auch nicht ausgebildete, Künstlernatur — kam bald nach Wien, wo er seine gymnasiale Ausbildung zur Zeit der März-Revolutionen erhielt. Schon als 15jähriger wurde er von seinem Lehrer F. X. Wesseley mit den Ideengängen Lamarcks vertraut gemacht, und zur selben Zeit etwa brachten ihm Kants „Prolegomena" gewaltige, unauslöschliche Eindrücke, so daß das 1859 erscheinende Hauptwerk Darwins bei ihm fruchtbarsten Boden fand. Auf der Wiener Universität studierte er Naturwissenschaften und habilitierte sich dort 1861 für Physik. 1864 erhielt er eine Professur in Graz, 1867 wurde er nach Prag berufen, wo er 1879/80 als Rektor gegen die Tschechen kraftvoll für das Deutschtum eintrat. 1895 kam er auf den Lehrstuhl für induktive Philosophie nach Wien und wirkte dort bis 1901, wo er infolge einer 1898 erlittenen Apoplexie ohne Bewußtseinslähmung emeritiert wurde. Er nahm darauf seinen Wohnsitz in Haar, um dort, mit hauptsächlich psychologischen Studien beschäftigt, deren Niederschrift er nur unter größter Mühwaltung mit der Schreibmaschine bewerkstelligte, seinen Lebensabend zu verbringen.

Mit der überaus scharfen Pflugschar seines tiefen Geistes zog er unvergängliche Spuren in das sehr weite wissenschaftliche Feld der Physik, Psychologie und Philosophie. Das ihm vom Vater vererbte pädagogische Talent in Verbindung mit einem schon in früher Zeit sehr großen Unbehagen übr die metaphysische Durchsetzung physikalischer Begriffe und Theorien brachte ihn bald darauf, die historische Entwicklung der einzelnen physikalischen Prinzipien kritisch eingehend zu studieren, die von ihren Entdeckern gemachten Voraussetzungen auf ihre logische Beschaffenheit und ihre Beziehungen zum kantischen Apriorismus und Absolutismus zu prüfen. Dem hiermit in Verbindung stehenden, auch heute noch wirksamen Zuge der Zeit, eine physikalische Erscheinung für zureichend erklärt zu halten dann, wenn sie auf mechanische Gesetze und Prinzipien zurückgeführt sei, vermochte er nicht zuzustimmen. Der Relativität größte Wertigkeit zuzuerkennen, sah er sich zwingend genötigt und hat so sein gut gemessenes Teil dazu beigetragen, moderner Theorienbildung die Wege zu ebnen. Als allmählich immer schärfer umrissenes Ziel stellte sich ihm eine vergleichende Physik mit rein phänomenologischer Terminologie dar, die jeglichem physikalischen Gebiet unter dem Hauptgesichtspunkt der Erfahrung gleiche Gerechtigkeit widerfahren ließe. Als bekannteste Veröffentlichungen seien hier neben einer großen Zahl von Abhandlungen experimentell-physikalischer Art genannt: „Zur Geschichte des Arbeitsbegriffs", „Erhaltung der Arbeit", „Die

hat dem norwegischen Studentenblatt Minerva auf dessen Aufforderung geantwortet, er könne ihre Bitte, über den Krieg zu schreiben, unmöglich erfüllen. Er handle da genau wie die deutschen Soldaten, die auch nicht von ihren Taten im Schützengraben redeten, sondern lieber ihren Taten neue hinzufügten. In diesen langen Kriegsmonaten sei eben das Wort immer schwächer geworden. Er empfinde es auch als unnatürlich, sich an andere als seine kämpfenden, leidenden und siegenden Landsleute zu wenden. Die Aufgabe, die den Deutschen aufgezwungen worden sei, sei so ungeheuer, daß sie für ein Menschenalter alle zusammenbinde, die sie hätten auf sich nehmen müssen. Selbstverständlich würden die Deutschen nie vergessen, daß die Norweger, Schweden und Dänen Germanen seien; aber stärker als das Verwandtschaftsgefühl sei die Geschichte, die man in dieser Zeit der Weltkatastrophe zusammen erlebe. Das Schicksal habe nicht gewollt, daß alle Germanen in diesem Kampfe zusammenständen. Er klage nicht das Schicksal an, aber er sehe, daß das uns gegenseitig entfremde. Das müsse überwunden werden, selbst wenn's nicht leichtfallen sollte. Was die norwegischen Studenten in dieser kritischen Zeit als neutrale Studenten tun sollten, sei eine Frage, die er nicht beantworten könne. Aber der Rat liege vor Augen: sie sollten mithelfen, die Leiden des Krieges zu mildern, soweit sie es vermöchten, sollten ihr moralisches und geistiges Dasein auf der Grundlage aufbauen, die ein gründliches Selbststudium bilde. Die Gefahr der Neutralen bestehe darin, pharisäisch zu werden und sich über den materiellen Gewinn zu freuen, den der Weltkrieg ihnen einbringe. Es gelte, das Verständnis der Norweger dafür zu erwecken, daß es [illegible] rüsten müsse für den Tag, der einmal auch für sie kommen werde, wo sie ihre germanisch-lutherische Existenz gegen das russische oder das britische Imperium zu behaupten hätten. Dieser Krieg habe leider bereits gezeigt, wie schwer es für die kleinen Staaten sei, ihre Neutralität zu behaupten; wenn wir nicht gänzlich neue Verhältnisse nach diesem Kriege bekämen, wozu Gott helfen möge, so werde es in Zukunft noch schwieriger werden, ein Neutraler zu sein. Die Folgerung hieraus ergebe sich von selbst.

WTB Berlin, 27. Febr. Ein „Vademecum für Orientfahrer" ist soeben von der „Deutsch-Türkischen Vereinigung" herausgegeben worden. Es sind das knappe, kurze Anweisungen, die jeder beachten sollte, der sich jetzt nach Konstantinopel begibt. Verfaßt ist es von Frau Else Marquardsen, der Tochter des bekannten preußischen Generalleutnants Exz. v. Kamphövener-Pascha, der 26 Jahre lang in der Türkei tätig gewesen ist, zuletzt als türkischer Marschall. Dort ist auch seine Tochter aufgewachsen in einer langen und selten nahen Berührung mit türkischen Familien. Sie ist daher wie wenige geeignet, über die Denkart und das Empfindungsleben unserer türkischen Freunde Auskunft zu geben. Dieses „Vademecum für Orientfahrer" kann kostenlos durch die Geschäftsstelle der Deutsch-Türkischen Vereinigung (Berlin N 35, Schöneberger Ufer 36a) bezogen werden.

# Wirtschaft und Recht.

**Kriegstagung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft.**

△ Berlin, 25 Febr. Unter sehr zahlreicher Beteiligung wurde im großen Saale des Architektenhauses die 77. Hauptversammlung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft abgehalten. Der stellvertretende Vorsitzende, Dr. Graf Schwerin-Löwitz, eröffnete die Verhandlungen mit einer längern Ansprache, in der er ausführte: Je länger dieser Krieg dauert, um so mehr wird er zu einem wirtschaftlichen Kampf. Nachdem unsere Feinde die Hoffnung auf den anfänglich mit so großer Sicherheit verkündeten militärischen Sieg schwinden gesehen

# Ernst Mach.

Von Hans Krupp (im Felde).

Vor wenigen Tagen erfuhren wir von dem Hinscheiden dieses Großen der Wissenschaft auf seinem Landsitz in Haar bei München — seinem letzten Willen gemäß erst nach seiner Feuerbestattung. Im Tode noch diese Bescheidung des „Ich", die auch seiner ganzen Weltanschauung den Grundcharakter gab — entgegen der Stimmung einer Epoche, die gerade in diesem Punkt eine machtvolle Entwicklung darstellt, von Kant und dem romantischen Idealismus über Nietzsche, den Gipfel, bis in die Gegenwart hinein.

Ernst Mach, geboren 1838 zu Turas in Mähren, als Kind ideal veranlagter und weltfremder Menschen — der Vater dem Mammon abgeneigt, philosophisch und tierpsychologisch höchst interessiert, von pädagogischer Begabung und einer großen Schwäche für die Landwirtschaft, der erste Pionier der Seidenzucht in Europa, die Mutter eine, wenn auch nicht ausgebildete, Künstlernatur — kam bald nach Wien, wo er seine gymnasiale Ausbildung zur Zeit der März-Revolutionen erhielt. Schon als 15jähriger wurde er von seinem Lehrer F. X. Wesseley mit den Ideengängen Lamarcks vertraut gemacht, und zur selben Zeit etwa brachten ihm Kants „Prolegomena" gewaltige, unauslöschliche Eindrücke, so daß das 1859 erscheinende Hauptwerk Darwins bei ihm fruchtbarsten Boden fand. Auf der Wiener Universität studierte er Naturwissenschaften und habilitierte sich dort 1861 für Physik. 1864 erhielt er eine Professur in Graz, 1867 wurde er nach Prag berufen, wo er 1879/80 als Rektor gegen die Tschechen kraftvoll für das Deutschtum eintrat. 1895 kam er auf den Lehrstuhl für induktive Philosophie nach Wien und wirkte dort bis 1901, wo er infolge einer 1898 erlittenen Apoplexie ohne Bewußtseinslähmung emeritiert wurde. Er nahm darauf seinen Wohnsitz in Haar, um dort, mit hauptsächlich psychologischen Studien beschäftigt, deren Niederschrift er nur unter größter Mühwaltung mit der Schreibmaschine bewerkstelligte, seinen Lebensabend zu verbringen.

Mit der überaus scharfen Pflugschar seines tiefen Geistes zog er unvergängliche Spuren in das sehr weite wissenschaftliche Feld der Physik, Psychologie und Philosophie. Das ihm vom Vater vererbte pädagogische Talent in Verbindung mit einem schon in früher Zeit sehr großen Unbehagen übr die metaphysische Durchsetzung physikalischer Begriffe und Theorien brachte ihn bald darauf, die historische Entwicklung der einzelnen physikalischen Prinzipien kritisch eingehend zu studieren, die von ihren Entdeckern gemachten Voraussetzungen auf ihre logische Beschaffenheit und ihre Beziehungen zum kantischen Apriorismus und Absolutismus zu prüfen. Dem hiermit in Verbindung stehenden, auch heute noch wirksamen Zuge der Zeit, eine physikalische Erscheinung für zureichend erklärt zu halten dann, wenn sie auf mechanische Gesetze und Prinzipien zurückgeführt sei, vermochte er nicht zuzustimmen. Der Relativität größte Wertigkeit zuzuerkennen, sah er sich zwingend genötigt und hat so sein gut gemessenes Teil dazu beigetragen, moderner Theorienbildung die Wege zu ebnen. Als allmählich immer schärfer umrissenes Ziel stellte sich ihm eine vergleichende Physik mit rein phänomenologischer Terminologie dar, die jeglichem physikalischen Gebiet unter dem Hauptgesichtspunkt der Erfahrung gleiche Gerechtigkeit widerfahren ließe. Als bekannteste Veröffentlichungen seien hier neben einer großen Zahl von Abhandlungen experimentell-physikalischer Art genannt: „Zur Geschichte des Arbeitsbegriffs", „Erhaltung der Arbeit", „Die Mechanik in ihrer Entwicklung", „Prinzipien der Wärmelehre", ferner mehrere Lehrbücher und Leitfäden.

Schon in seinen ersten Arbeiten befaßte sich Mach mit dem Grenzgebiet zwischen Physik und Psychologie („Über die Änderung des Tones und der Farbe durch Bewegung"). Das rein psychologische Gebiet betrat er mit Studien über die Theorie des Gehörorgans, weiterhin über die Tonempfindungen. Ihnen zur Seite traten eingehende Arbeiten über die Bewegungsempfindungen und den Gleichgewichtssinn, den er in den Bogengangapparat des Ohres verlegt. Hierbei löst nur die Beschleunigung, nicht die gleichförmige Bewegung Empfindungen aus: Drehschwindel und Augenschwindel werden hier zum eingehenden Nachweis herangezogen. Von da führte ihn die Untersuchung des Gesichtssinns, ausgehend von den Gestaltauffassungen unter weitgreifender Berücksichtigung der optischen Täuschungen, wozu er eine große Zahl neuer Phänomene und Apparate beisteuerte, zu hochinteressanten Beiträgen zur Raumpsychologie. Die hier und anderswo öfter behandelten optischen, akustischen und Bewegungsnachbilder lieferten Bausteine zur Mneme-Lehre Rich. Semons. Im Zusammenhang mit den Arbeiten über den Bogenapparat stehen Machs Theorien der Zeitwahrnehmung, die jedoch einer heutigen Kritik nicht mehr standhalten dürften. Die Bilanz seiner psychologischen Erkenntnisse, die auch gleichzeitig zu seinen rein philosophischen Anschauungen überleiten, obgleich er nie auf den Beifall der Fachphilosophen rechnete — was leider lange auf Gegenseitigkeit beruhte —, zieht Mach in seinem bekanntesten Buche: „Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen". (1885; 1911 in 6. Aufl.) Anfangs nur von Fachgenossen beachtet, von Philosophen abgelehnt, fand es bald durch Hermann Bahr u. a. Eingang in weitere Kreise, gründete Mach gar eine Gemeinde. Die ihn immer lebhaft beschäftigenden historisch-kritischen Studien in Verbindung mit seinen psychologischen Interessen fanden ihren Niederschlag in einer Wiener Vorlesung, aus der als Beitrag zur Psychologie der Forschung das ebenfalls weitere Kreise interessierende Werk: „Erkenntnis und Irrtum" hervorging.

Machs Philosophie — oder, wie er selbst seine hierher gehörigen Anschauungen genannt wissen wollte: „vorläufige, unvollkommene Versuche einer naturwissenschaftlichen Methodologie und Erkenntnispsychologie" — fußt in ihren großen Zügen auf den Lehren Darwins. Bei der Analyse der sich ihm darbietenden Innenwelt und Umwelt gelangt er zu letzten Elementen: den „Empfindungen", die jedoch scharf abzutrennen sind von dem, was die Psychologie unter dem Empfindungsbegriff faßt. Sie sind „funktional" zu nehmen, was den meisten Kritikern Machs entging. Und als „Funktionalismus" in fast mathematischem Sinne könnte man Machs „Richtung" kennzeichnen. Auch das „Ich" mit allem Zubehör löst sich ihm so vollkommen auf in „Empfindungen", um so den Zwiespalt zwischen „Erscheinung" und „Ding an sich" zu überbrücken. Methodisch wird diese Funktionalität durchgeführt für das Gesamtgebiet der Wissenschaften, wobei die Probleme beispielsweise von „Schein und Wirklichkeit", „Substanz", „Werden", „Kausalität", „Raum und Zeit" eine nicht so ohne weiteres abzutuende Lösung finden. Ganz im Geiste Darwins stehen seine methodologischen Ansichten: das „Ökonomieprinzip" als wesenhaft für die Logik (sogar für ihre feinste Bildung, die Mathematik), seine „genetische" Psychologie des Denkens als Anpassungserscheinung; gar Wahrheit und Irrtum werden bei Mach gleich wirksam für den Fortschritt und sind nur nach ihrer Fruchtbarkeit zu werten. Und die Entwicklung der Wissenschaften hat ihm darin oft recht gegeben.

Ein großer, fruchtbarer Forscher — die Zahl seiner Arbeiten übersteigt anderthalb hundert —, ein eigenartiger stiller Mensch ist in Mach dahingegangen. Hier seine Abschiedsworte: „Bei seinem Scheiden aus dem Leben grüßt Professor Ernst Mach alle, die sich seiner erinnern, und bittet um ein freundliches, heiteres Andenken." Es ist ihm sicher!

---

Als Monographie über das Gesamtwerk Ernst Machs nenne ich: Dr. Hans Henning: Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog. Verlag von Joh. Amb. Barth, Leipzig 1915; und als Einführung in die „Analyse der Empfindungen": Dr. Theodor Beer: Die Weltanschauung eines modernen Naturforschers. Verlag von Karl Reißner, Dresden und Leipzig, 1903.

---

Der Professor der Theologie an der Universität Gießen, D. Hermann Gunkel, ist aufgefordert worden, an der Universität Christiania wissenschaftliche Vorträge zu halten. Professor Gunkel, der Ehrendoktor von Christiania ist, wird der Einladung im April nachkommen.

In der Walhalla in Regensburg wird auf Anordnung des Königs von Bayern auch **Johann Sebastian Bach** den ihm gebührenden Platz endlich finden. Mit der Ausführung der Büste ist der Professor Fritz Behn aus München von der bayerischen Staatsregierung beauftragt worden.

## Theater und Musik.

**Fuhrmann Henschel. — Tänze.**

∸ **Köln.** Eine Aufführung von Hauptmanns: Fuhrmann Henschel im Schauspielhaus fand wie die vorige unter Spielleitung von Hans Werckmeister statt, doch waren einige Rollen neu besetzt. Den Henschel spielte Ernst Gode, der sich eines von Hauptmann selbst besorgten, den Dialekt der Urausgabe mäßigenden Textes bediente. Er brachte die Tragik des unverwickelten, rechtlichen Gemütes, das zuletzt auf den kotigen und abschüssigen Irrwegen dieses Daseins nicht mehr aus und ein weiß, zu bester Wirkung, wenn die Figur auch wohl entsprechend der naturalistischen Kleinmalerei des ganzen Stückes in Einzelheiten farbiger ausgestaltet werden könnte. Der biedere, unbeholfene Henschel erhielt hin und wieder einen heldenhaften Anstrich, der kaum im Sinn des Dichters liegt. Zu loben war auch die Frau Henschel von Lucie Lissl, bei deren Weinen und Jammern kein Wort dem Zuschauer verloren ging, und der mit Humor aber ohne schwankhafte Übertreibung gezeichnete Wermelskirch Walter Korths. Die übrigen Leistungen sind bekannt, namentlich die treffliche Hanne Margarete Freys, der in seiner schlichten Lebenswahrheit unübertreffliche Siebenhaar Hugo Diehls und der Kellner George mit seiner lackierten Gemeinheit von Georg Kiesau. — Am Sonntagnachmittag trat Mathilde Buhr in Tänzen auf. Seit einem Jahrzehnt sind so manche Jüngerinnen Terpsichores, die der Fesseln der alten Ballettüberlieferung spotteten und auf ihre Weise den Körper nach der Musik bewegten, an unsern Augen vorübergetanzt, daß das Publikum ziemlich hohe Ansprüche stellt. Nach dem regen Beifall zu urteilen, erfüllte Mathilde Buhr diese Ansprüche. Sie bietet keine besondern sensationell aufgeputzten Neuheiten, aber ihre Darbietungen, denen eine große, schlanke Gestalt zugute kommt, zeugen von glücklicher Erfindung und gebildetem Geschmack, der im Streben nach dem Charakteristischen die Grenzen des Schönen nicht überschreitet. Das rein technische Können erreicht einen guten Durchschnitt. Die Reihenfolge der Tänze war geschickt auf Steigerung berechnet. In einem etwas farblos getanzten Chopinschen Walzer, der den Anfang bildete, hatten wir den Eindruck

Kölnische Ztg.

Separatabdruck aus dem „Archiv für Geschichte der Philosophie". Bd. 29 H. 4.
Druck und Verlag von Leonhard Simion Nf. in Berlin.

XVIII.

# Ernst Mach.

(Nach einem am 26. Februar 1916 gesprochenen Nachrufe.)

Von
H. Gomperz.

Vor wenigen Tagen hat uns die Kunde vom Tode Ernst Machs getroffen. Ein schwerer Verlust für die vielen, die ihn geliebt und verehrt haben, für unsere Hochschule, die durch Jahre die Ehre hatte, ihn zu den ihren zählen zu dürfen, für die Wissenschaft, die vielleicht an Forschern, nie aber an Denkern Überfluß aufweisen kann.

Ist diese leidtragende Wissenschaft Physik oder Philosophie? Originaldenker sind in das schon bestehende Fachwerk von Wissenschaftsbetrieben nicht immer ganz leicht einzuordnen.

Mach selbst sagt (Anal. d. Empfdgg. [1], S. 21, A. 14): „Ich mache keinen Anspruch auf den Namen eines Philosophen. Ich wünsche nur in der Physik einen Standpunkt einzunehmen, den man nicht sofort zu wechseln braucht, wenn man in das Gebiet einer anderen Wissenschaft hinüberblickt, da schließlich doch alle ein Ganzes bilden sollen."

Damit dürfte er im Grunde recht behalten. Freilich ist er selbst manchmal über diese Linie etwas hinausgegangen. Gleich auf dem nächsten Blatt (S. 23) sagt er von einer bestimmten Grundanschauung: „Sie kann (ohne sich als Philosophie auszugeben) gegenwärtig allen Erfahrungsgebieten gegenüber festgehalten werden, sie ist also diejenige, welche mit dem geringsten Aufwand, öconomischer als eine andere, dem temporären Gesamtwissen gerecht wird. Diese Grundauffassung tritt auch im Bewußtsein ihrer lediglich öconomischen Funktion mit der höchsten Toleranz auf. Sie drängt sich nicht

# Ernst Mach.

Von Hans Krupp (im Felde).

…enigen Tagen erfuhren wir von dem Hinscheiden dieses
…er Wissenschaft auf seinem Landsitz in Haar bei München
…n letzten Willen gemäß erst nach seiner Feuerbestattung.
… noch diese Bescheidung des „Ich", die auch seiner ganzen
…hauung den Grundcharakter gab — entgegen der Stim=
…ner Epoche, die gerade in diesem Punkt eine machtvolle
…ng darstellt, von Kant und dem romantischen Idealismus
…tzsche, den Gipfel, bis in die Gegenwart hinein.

…Mach, geboren 1838 zu Turas in Mähren, als Kind ideal
…ter und weltfremder Menschen — der Vater dem
…n abgeneigt, philosophisch und tierpsychologisch höchst
…rt, von pädagogischer Begabung und einer großen Schwäche
…Landwirtschaft, der erste Pionier der Seidenzucht in
… die Mutter eine, wenn auch nicht ausgebildete, Künstler=
… kam bald nach Wien, wo er seine gymnasiale Ausbildung
… der März=Revolutionen erhielt. Schon als 15jähriger
… von seinem Lehrer F. X. Wesseley mit den Ideengängen
… vertraut gemacht, und zur selben Zeit etwa brachten ihm
…Prolegomena" gewaltige, unauslöschliche Eindrücke, so
… 1859 erscheinende Hauptwerk Darwins bei ihm frucht=
…Boden fand. Auf der Wiener Universität studierte er
…ssenschaften und habilitierte sich dort 1861 für Physik.
…ielt er eine Professur in Graz, 1867 wurde er nach Prag
… wo er 1879/80 als Rektor gegen die Tschechen kraftvoll
…Deutschtum eintrat. 1895 kam er auf den Lehrstuhl für
… Philosophie nach Wien und wirkte dort bis 1901, wo er
…ner 1898 erlittenen Apoplexie ohne Bewußtseinslähmung
… wurde. Er nahm darauf seinen Wohnsitz in Haar, um
… hauptsächlich psychologischen Studien beschäftigt, deren
…rift er nur unter größter Mühwaltung mit der Schreib=
… bewerkstelligte, seinen Lebensabend zu verbringen.

…er überaus scharfen Pflugschar seines tiefen Geistes zog
…gängliche Spuren in das sehr weite wissenschaftliche Feld
…sik, Psychologie und Philosophie. Das ihm vom Vater
… pädagogische Talent in Verbindung mit einem schon in
…eit sehr großen Unbehagen übr die metaphysische Durch=
…physikalischer Begriffe und Theorien brachte ihn bald
…ie historische Entwicklung der einzelnen physikalischen Prin=
…itisch eingehend zu studieren, die von ihren Entdeckern ge=
…Voraussetzungen auf ihre logische Beschaffenheit und ihre
…gen zum kantischen Apriorismus und Absolutismus zu
… Dem hiermit in Verbindung stehenden, auch heute noch
…n Zuge der Zeit, eine physikalische Erscheinung für zu=
…erklärt zu halten dann, wenn sie auf mechanische Gesetze
…zipien zurückgeführt sei, vermochte er nicht zuzustimmen.
…ativität größte Wertigkeit zuzuerkennen, sah er sich zwin=
…ötigt und hat so sein gut gemessenes Teil dazu beigetragen,
… Theorienbildung die Wege zu ebnen. Als allmählich
…härfer umrissenes Ziel stellte sich ihm eine vergleichende
…mit rein phänomenologischer Terminologie dar, die jeg=
…ysikalischen Gebiet unter dem Hauptgesichtspunkt der Er=
…gleiche Gerechtigkeit widerfahren ließe. Als bekannteste
…lichungen seien hier neben einer großen Zahl von Ab=
…en experimentell=physikalischer Art genannt: „Zur Ge=
…des Arbeitsbegriffs", „Erhaltung der Arbeit", „Die

hat dem norwegischen Studentenblatt Minerva auf …
forderung geantwortet, er könne ihre Bitte, über de…
schreiben, unmöglich erfüllen. Er handle da genau wie d…
Soldaten, die auch nicht von ihren Taten im Sch…
redeten, sondern lieber ihren Taten neue hinzufügten. …
langen Kriegsmonaten sei eben das Wort immer sch…
worden. Er empfinde es auch als unnatürlich, sich an …
seine kämpfenden, leidenden und siegenden Landsleute …
Die Aufgabe, die den Deutschen aufgezwungen worden …
ungeheuer, daß sie für ein Menschenalter alle zusamme…
sie hätten auf sich nehmen müssen. Selbstverständlich …
Deutschen nie vergessen, daß die Norweger, Schweden …
Germanen seien; aber stärker als das Verwandtschaft…
die Geschichte, die man in dieser Zeit der Weltkatastrophe …
erlebe. Das Schicksal habe nicht gewollt, daß alle Ge…
diesem Kampfe zusammenständen. Er klage nicht das S…
aber er sehe, daß das uns gegenseitig entfrem…
müsse überwunden werden, selbst wenn's nicht …
sollte. Was die norwegischen Studenten in dieser kriti…
als neutrale Studenten tun sollten, sei eine Frage, die e…
antworten könne. Aber der Rat liege vor Augen: sie s…
helfen, die Leiden des Krieges zu mildern, soweit sie es v…
sollten ihr moralisches und geistiges Dasein auf der …
aufbauen, die ein gründliches Selbststudium bilde. Die …
Neutralen bestehe darin, pharisäisch zu werden und …
den materiellen Gewinn zu freuen, den der Weltk…
einbringe. Es gelte, das Verständnis der Norweger da…
wecken, daß es [illegible] rüsten müsse für den Tag, der ei…
für sie kommen werde, wo sie ihre germanisch=lutherisch…
gegen das russische oder das britische Im…
zu behaupten hätten. Dieser Krieg habe leider bereits ge…
schwer es für die kleinen Staaten sei, ihre Ne…
tät zu behaupten; wenn wir nicht gänzlich neue Verhäl…
diesem Kriege bekämen, wozu Gott helfen möge, so w…
Zukunft noch schwieriger werden, ein Neutraler zu sein. …
gerung hieraus ergebe sich von selbst

WTB Berlin, 27. Febr. Ein „Vademecum für Orien…
soeben von der „Deutsch=Türkischen Vereinigung" herausgege…
Es sind das knappe, kurze Anweisungen, die jeder beachten…
sich jetzt nach Konstantinopel begibt. Verfaßt ist es von …
Marquardsen, der Tochter des bekannten preußischen …
leutnants Exz. v. Kamphövener=Pascha, de…
lang in der Türkei tätig gewesen ist, zuletzt als türkischer Ma…
ist auch seine Tochter aufgewachsen in einer langen und …
Berührung mit türkischen Familien. Sie ist daher wie weni…
über die Denkart und das Empfindungsleben unserer türkisch…
Auskunft zu geben. Dieses „Vademecum für Orientfahrer" ka…
durch die Geschäftsstelle der Deutsch=Türkische…
einigung (Berlin N 35, Schöneberger Ufer 36a) bezoge…

## Wirtschaft und Recht

**Kriegstagung der Deutschen Landwirtschaftsgesellscha…**

△ Berlin, 25 Febr. Unter sehr zahlreicher Beteili…
im großen Saale des Architektenhauses die 77. Hauptversa…
Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft abgehalten. Der ste…
Vorsitzende, Dr. Graf Schwerin=Löwitz, eröffnete di…
lungen mit einer längern Ansprache, in der er ausführte: …
dieser Krieg dauert, um so mehr wird er zu einem w…
Kampf. Nachdem unsere Feinde die Hoffnung auf den a…
so großer Sicherheit verkündeten militärischen Sieg schwin…

Separatabdruck aus dem „Archiv für Geschichte der Philosophie". Bd. 29 H. 4.
Druck und Verlag von Leonhard Simion Nf. in Berlin.

XVIII.

# Ernst Mach.

(Nach einem am 26. Februar 1916 gesprochenen Nachrufe.)

Von

**H. Gomperz.**

Vor wenigen Tagen hat uns die Kunde vom Tode Ernst Machs getroffen. Ein schwerer Verlust für die vielen, die ihn geliebt und verehrt haben, für unsere Hochschule, die durch Jahre die Ehre hatte, ihn zu den ihren zählen zu dürfen, für die Wissenschaft, die vielleicht an Forschern, nie aber an Denkern Überfluß aufweisen kann.

Ist diese leidtragende Wissenschaft Physik oder Philosophie? Originaldenker sind in das schon bestehende Fachwerk von Wissenschaftsbetrieben nicht immer ganz leicht einzuordnen.

Mach selbst sagt (Anal. d. Empfdgg. [1], S. 21, A. 14): „Ich mache keinen Anspruch auf den Namen eines Philosophen. Ich wünsche nur in der Physik einen Standpunkt einzunehmen, den man nicht sofort zu wechseln braucht, wenn man in das Gebiet einer anderen Wissenschaft hinüberblickt, da schließlich doch alle ein Ganzes bilden sollen."

Damit dürfte er im Grunde recht behalten. Freilich ist er selbst manchmal über diese Linie etwas hinausgegangen. Gleich auf dem nächsten Blatt (S. 23) sagt er von einer bestimmten Grundanschauung: „Sie kann (ohne sich als Philosophie auszugeben) gegenwärtig allen Erfahrungsgebieten gegenüber festgehalten werden, sie ist also diejenige, welche mit dem geringsten Aufwand, öconomischer als eine andere, dem temporären Gesamtwissen gerecht wird. Diese Grundauffassung tritt auch im Bewußtsein ihrer lediglich öconomischen Funktion mit der höchsten Toleranz auf. Sie drängt sich nicht

Separatabdruck aus dem „Archiv für Geschichte der Philosophie“. Bd. 29 H. 4.
Druck und Verlag von Leonhard Simion Nf. in Berlin.

## XVIII.

# Ernst Mach.

(Nach einem am 26. Februar 1916 gesprochenen Nachrufe.)

Von

**H. Gomperz.**

Vor wenigen Tagen hat uns die Kunde vom Tode Ernst Machs getroffen. Ein schwerer Verlust für die vielen, die ihn geliebt und verehrt haben, für unsere Hochschule, die durch Jahre die Ehre hatte, ihn zu den ihren zählen zu dürfen, für die Wissenschaft, die vielleicht an Forschern, nie aber an Denkern Überfluß aufweisen kann.

Ist diese leidtragende Wissenschaft Physik oder Philosophie? Originaldenker sind in das schon bestehende Fachwerk von Wissenschaftsbetrieben nicht immer ganz leicht einzuordnen.

Mach selbst sagt (Anal. d. Empfdgg. [1], S. 21, A. 14): „Ich mache keinen Anspruch auf den Namen eines Philosophen. Ich wünsche nur in der Physik einen Standpunkt einzunehmen, den man nicht sofort zu wechseln braucht, wenn man in das Gebiet einer anderen Wissenschaft hinüberblickt, da schließlich doch alle ein Ganzes bilden sollen.“

Damit dürfte er im Grunde recht behalten. Freilich ist er selbst manchmal über diese Linie etwas hinausgegangen. Gleich auf dem nächsten Blatt (S. 23) sagt er von einer bestimmten Grundanschauung: „Sie kann (ohne sich als Philosophie auszugeben) gegenwärtig allen Erfahrungsgebieten gegenüber festgehalten werden, sie ist also diejenige, welche mit dem geringsten Aufwand, öconomischer als eine andere, dem temporären Gesamtwissen gerecht wird. Diese Grundauffassung tritt auch im Bewußtsein ihrer lediglich öconomischen Funktion mit der höchsten Toleranz auf. Sie drängt sich nicht

auf in Gebieten, in welchen die gangbaren Anschauungen noch ausreichen. Sie ist auch stets bereit, bei neuerlicher Erweiterung des Erfahrungsgebietes einer besseren zu weichen.“ Das ist wohl etwas mehr, als vorher zugegeben wurde.

Anhänger und Gegner aber wollten Mach um jeden Preis zum Philosophen stempeln. Besonders die letzteren haben dem kranken alten Mann eine ganze Meute von Doktoranden an den Hals gehetzt. Im Grunde ist ihm damit Unrecht geschehen. Wohl kann man seine Grundauffassungen als philosophische betrachten: sie erscheinen dann wenig originell und enthalten gewiß nicht die Antwort auf die letzten philosophischen Fragen. Allein in Wahrheit bedeuten diese Grundauffassungen für ihn etwas ganz anderes.

Wer Mach als dogmatischen Philosophen hinstellen will, der muß ihn für einen Erneuerer David Humes und für ein Gegenstück zu Richard Avenarius ausgeben: seine drei Hauptlehren, kann man sagen, sind ihm mit diesen gemeinsam.

1. Mach faßt die wissenschaftlichen Sätze als denkökonomische Hilfsmittel: sie symbolisieren die Tatsachen, soweit diese zu praktischen Zwecken überhaupt aufgefaßt werden müssen, mit hinreichender Genauigkeit; was praktisch unwichtig ist, wird vernachlässigt; alle wissenschaftlichen Sätze gelten daher nur annähernd und zeitweilig.

Damit scheint der skeptische Zug in Humes Philosophie erneuert, ebenso wie in Avenarius‘ Lehre vom wissenschaftlichen Denken als abhängiger Vitalreihe.

2. Mach leugnet, daß die Wissenschaft uns über den Zusammenhang von Ursachen und Wirkungen belehre, uns eine Einsicht in deren Zusammenhang, in das Wirken und Gewirktwerden, verschaffe. Er ersetzt die Kausalität durch die Funktion, durch die Abhängigkeit im Sinne einer abgekürzten Beschreibung.

Bekanntlich hat auch David Hume die Kausalität geleugnet, sie in bloße regelmäßige Sukzession aufzulösen gesucht, und auch Avenarius möchte sie durch die „einseitige Abhängigkeit“ ersetzen.

3. Endlich löst Mach sowohl die Körper wie das Bewußtsein, also die äußere wie die innere Welt, in „Elemente“ auf, die er gelegentlich auch „Empfindungen“ nennt — z. B. gerade an der angeführten Stelle, an der ja die „Grundauffassung“ eben darin bestehen soll, daß „wir die Empfindungen . . . als Weltelemente ansehen“.

Nun hat auch Hume einen derartigen Sensationalismus vertreten, und Avenarius' Lehre von den „E-Werten" nähert sich gleichfalls einem solchen an.

Ich bezweifle gar nicht, daß dieser Sensationalismus für Mach auch eigentlich philosophische Bedeutung gehabt, daß er Lebenswertungen zum Ausdruck gebracht hat. Er selbst erzählt (ebd. S. 21, A. 14) aus seinem 17. oder 18. Lebensjahre: „An einem heiteren Sommertage im Freien erschien mir einmal die Welt samt meinem Ich als eine zusammenhängende Masse von Empfindungen, nur im Ich stärker zusammenhängend", und er fügt hinzu, es sei „dieser Moment" für seine „ganze Anschauung bestimmend geworden". Es ist klar, daß dieses Erlebnis auch ein Werterlebnis war, nur daß Mach seine Stimmungsfarbe auch nur anzudeuten unterlassen hat — auch dies äußerst bezeichnend für den großen Naturforscher, den geschulten aber einseitigen Beobachter von Tatsachen.

Welche tatsächliche Bedeutung wäre also dem Machschen Sensationalismus zuzusprechen? In Wahrheit ist es gar kein Sensationalismus. „Eine Farbe, sagt Mach (ebd., S. 13), ist ein physikalisches Objekt, sobald wir z. B. auf ihre Abhängigkeit von der beleuchtenden Lichtquelle . . . achten. Achten wir aber auf ihre Abhängigkeit von der Netzhaut . . ., so ist sie ein psychologisches Objekt, eine Empfindung. Nicht der Stoff, sondern die Untersuchungsrichtung ist in beiden Gebieten verschieden." Der letzte Satz ist zu unterstreichen: die Farben, Töne, Drucke, Widerstände, Temperaturen bilden einen Körper, gehören zur Natur, sofern ihre Wechselbeziehungen betrachtet werden, d. h. soferne sie Gegenstände der Physik sind; sie bilden ein Bewußtsein, gehören zum Ich und heißen „Empfindungen", „insofern, und nur insofern" (ebd. S. 12) sie in ihren Beziehungen zum Menschenleibe betrachtet werden, d. h. soferne sie Gegenstände der Psychologie sind. Davon ist weder bei Hume noch bei Avenarius die Rede. Dieser entscheidende Gedanke, weltenweit entgegengesetzt dem zur Zeit seiner Erfassung herrschenden Materialismus und von unermeßlicher Wirkung auf die Systeme der folgenden Jahrzehnte bis auf James, Münsterberg und Bergson, entsteht vielmehr lediglich durch die Besinnung auf das Wesen der einzelnen Wissenschaften, er ist wirklich das Erzeugnis des Strebens, „einen Standpunkt einzunehmen, den man nicht sofort zu wechseln braucht, wenn man in das Gebiet einer anderen Wissenschaft hinüberblickt".

Allein auch die Ersetzung der Kausalität durch die Funktion ist bei Mach nicht wie bei Hume Ergebnis der Spekulation, vielmehr führt auch zu ihr die Besinnung auf das Wesen der mathematischen Physik, die tatsächlich nicht Kausalitäten ermittelt, sondern Funktionen.

Und ebenso ist bei Mach auch die Denkökonomie keine skeptische Schrulle, überhaupt kein Erzeugnis des Zweifels, vielmehr der umfassenden Betrachtung der Wissenschaftsgeschichte: dem Verfasser der „Mechanik“ und der „Wärmelehre“ haben sich die einzelnen physikalischen Theorien der großen Physiker als denkökonomische Leistungen erwiesen.

So sind denn Machs Grundanschauungen — und eben das hat ihnen m. E. solchen Einfluß gesichert — nicht Ausgeburten des bloßen philosophisch-spekulativen Triebes, sondern Früchte der kritischen Besinnung auf das Wesen der wissenschaftlichen Forschung. Und in diesem Sinne schließen sie nicht an das Denken David Humes an, sondern an das Immanuel Kants. Ich wenigstens weiß (Hermann Cohens Wollen in Ehren!) niemand zwischen Kant und Mach, der so energisch die Frage nach dem Wesen der Wissenschaft in den Mittelpunkt seines Philosophierens gerückt hätte. Daher ist es kein Zufall, daß Mach selbst erzählt (ebd., S. 21): „Ich habe es stets als besonderes Glück empfunden, daß mir sehr früh (in einem Alter von 15 Jahren etwa) . . . Kants ‚Prolegomena zu jeder künftigen Metaphysik‘ in die Hand fielen. Diese Schrift hat damals einen gewaltigen, unauslöschlichen Eindruck auf mich gemacht, den ich in gleicher Weise bei späterer philosophischer Lektüre nie mehr fühlte.“ In der Tat, der Methode seines Denkens nach ist Mach Kantianer, nur hat er die Frage: Wie sind synthetische Urteile a priori möglich? ersetzt durch die anspruchslosere, aber allgemeinere Frage: Was sind synthetische Urteile?, und er findet: Sie sind Versuche, nach Maßgabe der verfügbaren Geisteskräfte mit einer für vorausgesetzte Zwecke ausreichenden Genauigkeit die Abhängigkeitsbeziehungen von Elementen zu beschreiben, die an sich weder objektiv noch subjektiv sind, jedoch beides werden können, je nach dem Zusammenhange, in dem sie betrachtet werden.

Diese Antwort beantwortet nicht alle Fragen, die gestellt werden können, allein sie beantwortet die gestellte Frage, und zwar, wie ich glaube, in der Hauptsache richtig: alle Sätze über Tatsachen sind

nur insoferne der Bewahrheitung fähig und deshalb wahrhaft wissenschaftlich, als sie in letzter Auflösung Aussagen über die Beziehungen empfindbarer Elemente machen.

Ist solche Aufklärung über das Wesen der Tatsachenwissenschaft Philosophie? Mach selbst war, wie schon erwähnt, nicht oder doch nur mit starken Vorbehalten dieser Ansicht, und er gab dieser seiner Auffassung nicht nur unmißverständlichen, sondern sogar sozusagen amtlichen Ausdruck, als er darauf bestand, daß der ihm angebotene Lehrauftrag für Philosophie an der Wiener Univeristät als ein solcher für „Geschichte und Theorie der induktiven Wissenschaften" näher bestimmt werde.

Über dieses Anbot und damit über die Umstände, unter denen Mach für unsere Hochschule gewonnen wurde, kann ich einiges anekdotische mitteilen, das vielleicht nicht bloß deshalb der Vergessenheit anheimfallen sollte, weil ich dabei aus eigenen Erinnerungen und aus Mitteilungen meines verstorbenen Vaters, Theodor Gomperz, schöpfen muß.

Den ersten Anstoß zur Berufung Machs auf eine philosophische Lehrkanzel in Wien hat nämlich seltsamerweise eigentlich Schreiber dieser Zeilen, damals ein 21 jähriger Student, gegeben. Es war im Sommer 1894. Die philosophische Fakultät der Wiener Universität hatte eine Kommission eingesetzt, die Vorschläge für die Neubesetzung eines philosophischen Ordinariates ausarbeiten sollte. Mein Vater war Mitglied dieser Kommission, die sich lange auf keinen bestimmten Vorschlag einigen konnte. Er arbeitete damals in einer Sommerfrische nächst Wien am I. Bande seiner „Griechischen Denker". Eines abends war ich hinausgefahren, um ihn zu besuchen, und verbrachte die Nacht in einem seinem Schlafzimmer benachbarten Raume. Vor dem Zubettegehen gab er mir den kürzlich auf der Wiener Naturforscherversammlung gehaltenen Vortrag des Prager Physikers Mach „Über das Prinzip der Vergleichung in der Physik" (der seither in den „Populärwissenschaftlichen Vorlesungen" abgedruckt wurde — S. 266 ff. der 4. Auflage), in den ich mich denn auch, schon im Bette liegend, vertiefte. Die Wirkung war eine unerwartete. Ich stand wieder auf, öffnete die Tür zum Schlafzimmer meines Vaters und sagte: „Verzeih, wenn ich dich störe! Ich will nur sagen: wieso findet Ihr eigentlich so schwer einen Philosophen? Wenn man Mach im Land hat, sollte man glauben, man brauchte nicht lange zu suchen." „Mach?, gab mein Vater zur Antwort, — das ist eine Idee!"

Die Idee reifte aus, und in einer der nächsten Sitzungen der erwähnten Kommission brachte sie mein Vater zur Sprache. Zunächst war einige Scheu vor Machs „radikalen" Ansichten zu überwinden, die sich indes durch den neuerungsscheue Gemüter beruhigenden Hinweis beschwichtigen ließ, Machs Ansichten wiesen mit denen „des Bischofs" Berkeley nahe Verwandtschaft auf. Allein ein anderes Hindernis richtete sich drohend auf. Das einzige ausdrücklich zur Vertretung des philosophischen Faches berufene Mitglied der Kommission, Robert Zimmermann, der Herbartianer, sah in der Berufung eines Physikers auf einen philosophischen Lehrstuhl eine Herabsetzung der Philosophie: sollte ein solcher Vorschlag die Mehrheit finden, so werde er der Fakultät ein Minderheitsvotum vorlegen. Nun geschah es aber (wohl hauptsächlich aus Gründen der Art, wie sie überhaupt den Erfolg von „Außenseitern" zu begünstigen pflegen), daß schließlich alle anderen Mitglieder der Kommission ihre Stimmen auf Mach vereinigten. Und da erklärte denn Zimmermann, der einstimmigen Meinung seiner Kollegen wolle er sich anschließen und sei auch bereit, den Bericht in ihrem Sinne zu erstatten. Und dieser Bericht Zimmermanns — wie oft hat sich mein Vater lachend dessen erinnert! — begann dann etwa folgendermaßen: „Schon die Stoiker teilten die Philosophie in Logik, Physik und Ethik ein. Es ist daher wünschenswert, daß von den drei für Wien in Aussicht genommenen philosophischen Lehrkanzeln eine mit einem Logiker, eine mit einem Ethiker, die dritte aber mit einem Physiker besetzt sei. . . ." So rasch war die Formel zur Hand, das eben noch als umstürzend Zurückgewiesene als überlieferungsgemäß und grundsätzlich einzig empfehlenswert darzutun.

Nach Machs Übersiedelung nach Wien hatte ich die Freude, ihn persönlich kennen lernen und mündlich, gelegentlich auch brieflich und im Druck mich mit ihm auseinandersetzen zu dürfen (s. Ztschr. f. Philos. u. philos. Krit., Bd. 118, S. 241 ff.; Anal. d. Empfindgg., Vorwort zur 3. Aufl.; H. Gomperz, Problem d. Willensfrht., S. 160 Anm.). Neben dem mir zugewandten gütigen Wohlwollen hat sich mir dabei immer aufs neue und immer stärker eine Eigenschaft als die für Mach am meisten charakteristische, ihn vor allen anderen Menschen, die ich gekannt habe, auszeichnende aufgedrängt: ich habe sie schon vor vielen Jahren in folgenden Sätzen zu kennzeichnen gesucht (Berner „Bund" vom 5. April 1903): „Die ‚Analyse der Empfindungen' . . . gehört zu jenen wenigen Büchern, die man fast

auf jeder Stufe der philosophischen Bildung und Entwicklung lesen und zu verstehen meinen kann, die einem aber auf jeder höheren Stufe wieder reiche Belehrung und Anregung erschließen. Der Grund hiervon liegt in der fast beispiellosen Einfachheit und Schlichtheit der Darstellung, die zur Folge hat, daß der Leser oft über die reifsten Ergebnisse eindringenden Denkens hinwegliest, weil sie so sehr in der anspruchslosen Form des Alltäglichen und Selbstverständlichen auftreten, daß sie nur der voll zu würdigen vermag, der den Problemen schon selbst nachgegangen ist und so ihre Schwierigkeiten und Tücken erfahren hat. Diese Anspruchslosigkeit und Schlichtheit aber wurzelt wiederum in dem Grundzuge von Machs Wesen, Denken und Empfinden: einer unerschütterlichen, unerreichten, unvergleichlichen Sachlichkeit."

In der Tat, Machs stets gleichmäßig ruhiger, erwartungsvoll forschender Blick schien alles Persönliche an Menschen und Büchern zu durchdringen und abzustreifen und — alle Sympathie und Antipathie, alles Recht- und Unrechthaben beiseite setzend — immer wieder nur die eine Frage zu stellen: „Was sagst du? Was meinst du? Was läßt sich dafür anführen?" Ich bin hierfür ein ziemlich unverdächtiger Zeuge, denn ich schmeichle mir durchaus nicht, dem in diesen Fragen gelegenen Anspruch irgendwie Genüge getan zu haben. Ich habe im Gegenteil unter diesem erwartungsvollen Blicke Machs, unter der in ihm gestellten Frage: „Was bringst du mir?" oft innerlich gelitten. Das einzige, was ich ihm etwa hätte bringen können, wäre hier und da eine erkenntnistheoretische Anregung gewesen, und für derartige Auseinandersetzungen war in den vielen Jahren seiner Krankheit kaum mehr ganz die rechte Zeit. Was er mir zu erwarten schien, das waren naturwissenschaftlich bedeutsame Tatsachen oder Theorien, oder auch sonstige Einzelzüge, die er in seinen Gedanken, in seinen Werken hätte verarbeiten können. Das Bewußtsein, ihm gegenüberzusitzen, ohne ihm derartiges bringen zu können, habe ich lange quälend empfunden, und schließlich meine Besuche eingestellt, indem ich ihm aufrichtig schrieb, ich hätte die Empfindung, sie müßten ihn langweilen. Er hat mir auch weiter noch Zeichen seines Wohlwollens zukommen lassen, jenem Bekenntnis aber nicht widersprochen. Viele andere Besucher waren allerdings überzeugt, Mach auch durch ein recht leichtes Gespräch willkommene „Zerstreuung" zu bieten. Wie sich dieser Gegensatz der Eindrücke erklärt, muß ich dahingestellt sein lassen.

Den persönlichen Eindruck Machscher Sachlichkeit in Worten wiedergeben zu wollen, wäre vergebliche Mühe. Statt dessen mögen hier zum Abschlusse einige seiner Äußerungen über Ich und Tod wiederholt werden: sie stellen gewissermaßen eine Ausstrahlung jener Sachlichkeit in das Gebiet der Philosophie dar, und leiten übrigens zu dem traurigen Ereignis zurück, das diese kurzen Bemerkungen unmittelbar veranlaßt hat (Anal. d. Empfdgg. [1], S. 17): „Die Elemente bilden das Ich. Ich empfinde Grün, will sagen, daß das Element Grün in einem gewissen Komplex von anderen Elementen vorkommt. Wenn ich aufhöre, Grün zu empfinden, wenn ich sterbe, so kommen die Elemente nicht mehr in der gewohnten, geläufigen Gesellschaft vor. Damit ist alles gesagt. Nur eine ideelle denköconomische, keine reelle Einheit hat aufgehört zu bestehen. . . .“ Der „Inhalt des Ich . . . und nicht das Ich ist die Hauptsache. Dieser ist aber nicht auf das Individuum beschränkt.“ (Ebd., S. 4): „Was uns das Wertvollste ist, bleibt in unzähligen Exemplaren erhalten, oder erhält sich bei hervorragender Besonderheit in der Regel von selbst. Im besten Menschen liegen aber individuelle Züge, um die er und andere nicht zu trauern brauchen.“ (Ebd., S. 18, Anm.): „Bis auf geringfügige wertlose Erinnerungen bleibt“ der Inhalt des Ich „auch nach dem Tode des Individuums in anderen erhalten. Das Ich ist unrettbar. Teils diese Einsicht, teils die Furcht vor derselben führen zu den absonderlichsten pessimistischen und optimistischen, religiösen und philosophischen Verkehrtheiten. Der einfachen Wahrheit, welche sich aus der psychologischen Analyse ergibt, wird man sich auf die Dauer nicht verschließen können. Man wird dann auf das Ich, welches schon während des individuellen Lebens vielfach variiert, ja im Schlaf und bei Versunkenheit in eine Anschauung, in einen Gedanken, gerade in den glücklichsten Augenblicken, teilweise oder ganz fehlen kann, nicht mehr den hohen Wert legen. Man wird dann auf individuelle Unsterblichkeit gerne verzichten, und nicht auf das Nebensächliche mehr Wert legen als auf die Hauptsache. Man wird hierdurch zu einer freieren und verklärten Lebensanschauung gelangen, welche Mißachtung des fremden Ich und Überschätzung des eigenen ausschließt.“

Wer Mach gekannt hat, kann nicht zweifeln, daß er diese schlichte, unpathetische Anschauung vom Tode so lange als irgend möglich festgehalten haben wird. Möge ihm das bis ans Ende vergönnt gewesen sein!

---

Josef Popper-Lynkeus
hochachtungsvoll
der Verfasser.


# Sonderabdruck

aus dem

# Archiv für Geschichte der Philosophie

herausgegeben von

**Ludwig Stein.**

---

Neunundzwanzigster Band, 1916, Heft 4.

Beiträge zum Archiv sowie für die Redaktion bestimmte Mitteilungen beliebe man an den Redakteur, **Professor Dr. Ludwig Stein,** Berlin W., Lützowufer 5a, zu richten.

Die Herren Autoren resp. Verleger werden im Interesse der Vollständigkeit des Jahresberichts höflichst ersucht, ihre sämtlichen auf die Geschichte der Philosophie bezüglichen Publikationen, namentlich auch **Dissertationen, Programme, Sonderabdrücke, Gelegenheitsschriften, Zeitungsaufsätze** etc., bald nach ihrem Erscheinen an den Verlag des Archivs, **Leonhard Simion Nf.,** Berlin W57, Bülowstraße 56, gelangen zu lassen.

# ERNST MACH †

*Sonderdruck aus der Physikalischen Zeitschrift*
*Verlag von S. Hirzel in Leipzig*

# ERNST MACH †

*Sonderdruck aus der Physikalischen Zeitschrift*
*Verlag von S. Hirzel in Leipzig*

A. Einstein.

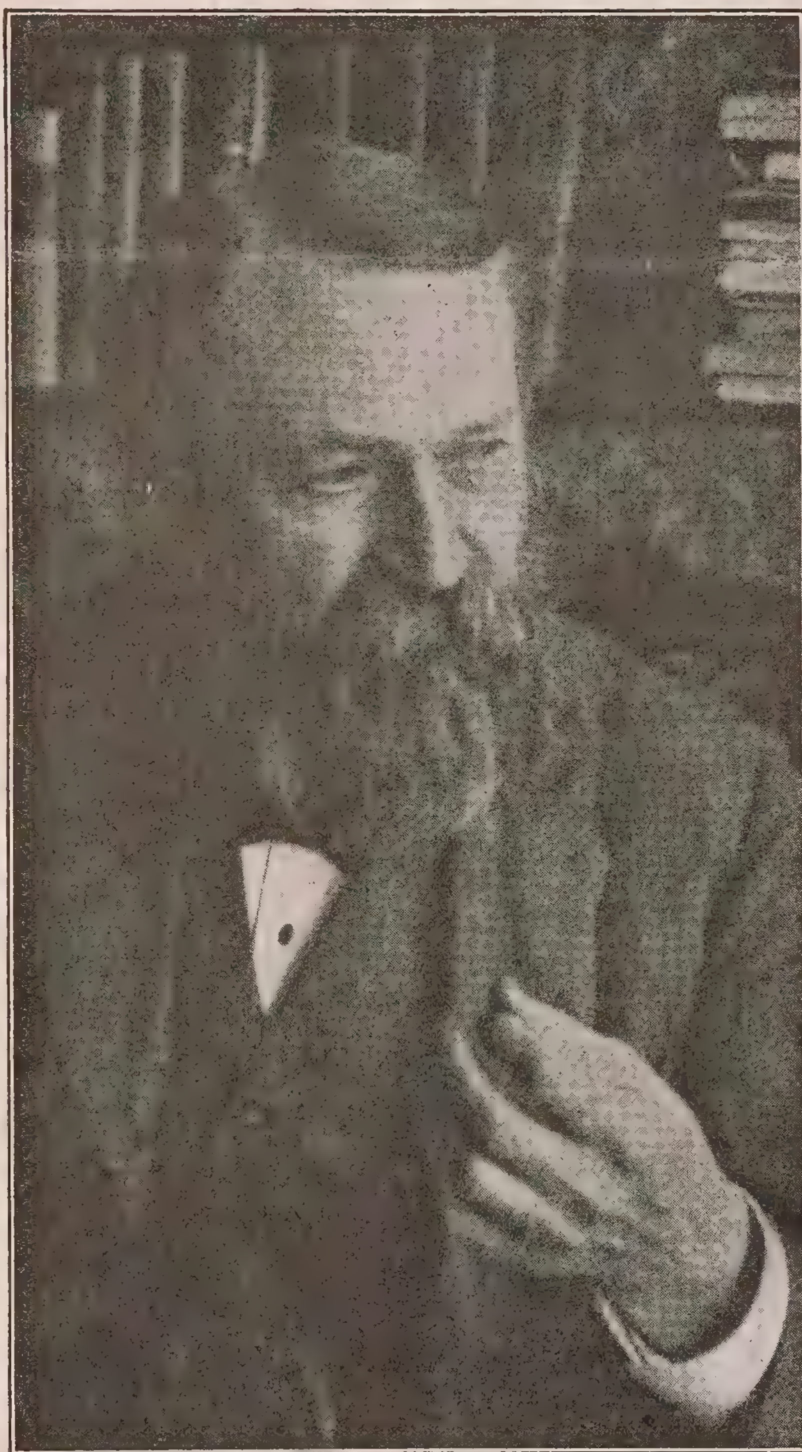
Überreicht vom Verfasser.

Physikalische Zeitschrift. 17. Jahrgang. 1916. Seite 101—104.

# Ernst Mach.

Von A. Einstein.

In diesen Tagen schied von uns Ernst Mach, der auf die erkenntnistheoretische Orientierung der Naturforscher unserer Zeit von größtem Einfluß war, ein Mann von seltener Selbständigkeit des Urteils. Bei ihm war die unmittelbare Freude am Sehen und Begreifen, Spinozas amor dei intellectualis, so stark vorherrschend, daß er bis ins hohe Alter hinein mit den neugierigen Augen des Kindes in die Welt guckte, um sich wunschlos am Verstehen der Zusammenhänge zu erfreuen.



Ernst Mach

Wie kommt aber ein ordentlich begabter Naturforscher überhaupt dazu, sich um Erkenntnistheorie zu kümmern? Gibt es nicht in seinem Fache wertvollere Arbeit? So höre ich manche meiner Fachgenossen hierauf sagen, oder spüre bei noch viel mehr, daß sie so fühlen. Diese Gesinnung kann ich nicht teilen. Wenn ich an die tüchtigsten Studenten denke, die mir beim Lehren begegnet sind, d. h. an solche, die sich durch Selbständigkeit des Urteils, nicht nur durch bloße Behendigkeit auszeichneten, so konstatiere ich bei ihnen, daß sie sich lebhaft um Erkenntnistheorie kümmerten. Gerne begannen sie Diskussionen über die Ziele und Methoden der Wissenschaften und zeigten durch Hartnäckigkeit im Verfechten ihrer Ansichten unzweideutig, daß ihnen der Gegenstand wichtig erschien. Dies ist fürwahr nicht zu verwundern.

Wenn ich mich nicht aus äußeren Gründen, wie Gelderwerb, Ehrgeiz und auch nicht oder wenigstens nicht ausschließlich des sportlichen Vergnügens, der Lust am Gehirn-Turnen wegen einer Wissenschaft zuwende, so muß mich als Jünger dieser Wissenschaft die Frage brennend interessieren: Was für ein Ziel will und kann die Wissenschaft erreichen, der ich mich hingebe? Inwiefern sind deren allgemeine Ergebnisse „wahr"? Was ist wesentlich, was beruht nur auf Zufälligkeiten der Entwicklung?

Um nun Machs Verdienst zu würdigen, darf man nicht die Frage aufwerfen: Was hat Mach in diesen allgemeinen Fragen erdacht, was kein Mensch vor ihm ersann? Die Wahrheit in diesen Dingen muß immer und immer wieder von kräftigen Naturen neu gemeißelt werden, immer entsprechend den Bedürfnissen der Zeit, für die der Bildner arbeitet; wird sie nicht immer neu erzeugt, so geht sie uns über-

haupt verloren. So ist es schwer, und auch gar nicht so wesentlich, die Fragen zu beantworten: „Was hat Mach gelehrt, was gegenüber Bacon und Hume prinzipiell neu wäre?" „Was unterscheidet ihn wesentlich von Stuart Mill, Kirchhoff, Hertz, Helmholtz, was den allgemein erkenntnistheoretischen Standpunkt gegenüber den Einzelwissenschaften anlangt?" Tatsache ist, daß Mach durch seine historisch-kritischen Schriften, in denen er das Werden der Einzelwissenschaften mit so viel Liebe verfolgt und den einzelnen auf dem Gebiete bahnbrechenden Forschern bis ins Innere ihres Gehirnstübchens nachspürt, einen großen Einfluß auf unsere Generation von Naturforschern gehabt hat. Ich glaube sogar, daß diejenigen, welche sich für Gegner Machs halten, kaum wissen, wieviel von Machscher Betrachtungsweise sie sozusagen mit der Muttermilch eingesogen haben.

Nach Mach ist Wissenschaft nichts anderes, als Vergleichung und Ordnung der uns tatsächlich gegebenen Bewußtseinsinhalte nach gewissen, von uns allmählich ertasteten Gesichtspunkten und Methoden. Physik und Psychologie unterscheiden sich also voneinander nicht in dem Gegenstande, sondern nur in den Gesichtspunkten der Anordnung und Verknüpfung des Stoffes. Als seine wichtigste Aufgabe scheint es Mach vorgeschwebt zu sein, an den von ihm beherrschten Einzelwissenschaften darzutun, wie sich diese Ordnung im einzelnen vollzogen hat. Als Resultate der Ordnungstätigkeit ergeben sich die abstrakten Begriffe und die Gesetze (Regeln) ihrer Verknüpfung. Beide werden so gewählt, daß sie zusammen ein ordnendes Schema bilden, in welches sich die zu ordnenden Gegebenheiten sicher und übersichtlich einreihen lassen. Begriffe haben nach dem Gesagten nur Sinn, sofern die Dinge aufgezeigt werden können, auf die sie sich beziehen, sowie die Gesichtspunkte, gemäß welchen sie diesen Dinge zugeordnet sind (Analyse der Begriffe).

Die Bedeutung solcher Geister, wie Mach, liegt nun keineswegs nur darin, daß sie gewisse philosophische Bedürfnisse der Zeit befriedigen, die der eingefleischte Fachwissenschaftler als Luxus bezeichnen mag. Begriffe, welche sich bei der Ordnung der Dinge als nützlich erwiesen haben, erlangen über uns leicht eine solche Autorität, daß wir ihres irdischen Ursprungs vergessen und sie als unabänderliche Gegebenheiten hinnehmen. Sie werden dann zu „Denknotwendigkeiten", „Gegebenen a priori" usw. gestempelt. Der Weg des wissenschaftlichen Fortschrittes wird durch solche Irrtümer oft für lange Zeit ungangbar gemacht. Es ist deshalb durchaus keine müßige Spielerei, wenn wir darin geübt werden, die längst geläufigen Begriffe zu analysieren und zu zeigen, von welchen Umständen ihre Berechtigung und Brauchbarkeit abhängt, wie sie im einzelnen aus den Gegebenheiten der Erfahrung herausgewachsen sind. Dadurch wird ihre allzu große Autorität gebrochen. Sie werden entfernt, wenn sie sich nicht ordentlich legitimieren können, korrigiert, wenn ihre Zuordnung zu den gegebenen Dingen allzu nachlässig war, durch andere ersetzt, wenn sieh ein neues System aufstellen läßt, das wir aus irgendwelchen Gründen vorziehen.

Derartige Analysen erscheinen dem Fachwissenschaftler, dessen Blick mehr auf das Einzelne gerichtet ist, meist überflüssig, gespreizt, zuweilen gar lächerlich. Die Situation ändert sich aber, wenn einer der gewohnheitsmäßig benutzten Begriffe durch einen schärferen ersetzt werden soll, weil es die Entwicklung der betreffenden Wissenschaft erheischt. Dann erheben diejenigen, welche den eigenen Begriffen gegenüber nicht reinlich verfahren sind, energischen Protest und klagen über revolutionäre Bedrohung der heiligsten Güter. In dies Geschrei mischen sich dann die Stimmen derjenigen Philosophen, welche jenen Begriff nicht entbehren zu können glauben, weil sie ihn in ihr Schatzkästlein des „Absoluten" des „a priori" oder kurz derart eingereiht hatten, daß sie dessen prinzipielle Unabänderlichkeit proklamiert hatten.

Der Leser errät schon, daß ich hier vorzugsweise auf gewisse Begriffe der Lehre von Raum und Zeit, sowie der Mechanik anspiele, welche durch die Relativitätstheorie eine Modifikation erfahren haben. Niemand kann es den Erkenntnistheoretikern nehmen, daß sie der Entwicklung hier die Wege geebnet haben; von mir selbst weiß ich mindestens, daß ich insbesondere durch Hume und Mach direkt und indirekt sehr gefördert worden bin. Ich bitte den Leser, Machs Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung" in die Hand zu nehmen und die unter 6. und 7. im zweiten Kapitel gegebenen Betrachtungen („Newtons Ansichten über Zeit, Raum und Bewegung" und „Übersichtliche Kritik der Newtonschen Aufstellungen"). Dort finden sich Gedanken meisterhaft dargelegt, die noch keineswegs Gemeingut der Physiker geworden sind. Diese Partien sind noch deshalb besonders anziehend, weil sie an wörtlich zitierte Stellen Newtons anknüpfen. Hier einige Rosinen:

Newton: „Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Beziehung auf irgendeinen äußeren Gegenstand. Sie wird auch mit dem Namen Dauer belegt."

„Die relative, scheinbare und gewöhnliche Zeit ist ein fühlbares und äußerliches, entweder

genaues oder ungleiches Maß der Dauer, dessen man sich gewöhnlich statt der wahren Zeit bedient, wie Stunde, Tag, Monat, Jahr."

Mach: „.... Wenn ein Ding $A$ sich mit der Zeit ändert, so heißt dies nur, die Umstände eines Dinges $A$ hängen von den Umständen eines andern Dinges $B$ ab. Die Schwingungen eines Pendels gehen in der Zeit vor, wenn dessen Exkursion von der Lage der Erde abhängt. Da wir bei Beobachtung des Pendels nicht auf die Abhängigkeit von der Lage der Erde zu achten brauchen, sondern dasselbe mit irgendeinem anderen Ding vergleichen können (....), so entsteht leicht die Meinung, daß alle diese Dinge unwesentlich seien. ... Wir sind außerstande, die Veränderungen der Dinge an der Zeit zu messen. Die Zeit ist vielmehr eine Abstraktion, zu der wir durch die Veränderung der Dinge gelangen, weil wir auf kein bestimmtes Maß angewiesen sind, da eben alle untereinander zusammenhängen."

Newton: „Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich."

„Der relative Raum ist ein Maß oder ein beweglicher Teil des ersteren, welcher von unseren Sinnen, durch seine Lage gegen andere Körper bezeichnet und gewöhnlich für den unbeweglichen Raum genommen wird."

Dann folgt eine entsprechende Definition der Begriffe „absolute Bewegung" und „relative Bewegung". Hierauf:

„Die wirkenden Ursachen, durch welche absolute und relative Bewegung voneinander verschieden sind, sind die Fliehkräfte von der Achse der Bewegung. Bei einer nur relativen Kreisbewegung existieren diese Kräfte nicht, aber sie sind kleiner oder größer, je nach Verhältnis der Größe der (absoluten) Bewegung."

Es folgt nun die Beschreibung des wohlbekannten Eimerversuches, welcher die letzte Behauptung anschaulich begründen soll.

Die Kritik, welche Mach diesem Standpunkte zuteil werden läßt, ist sehr interessant; ich zitiere aus derselben einige besonders prägnante Stellen. „Wenn wir sagen, daß ein Körper $K$ seine Richtung und Geschwindigkeit nur durch den Einfluß eines anderen Körpers $K'$ ändert, so können wir zu dieser Einsicht gar nicht kommen, wenn nicht andere Körper $A, B, C$ ... vorhanden sind, gegen welche wir die Bewegung des Körpers $K$ beurteilen. Wir erkennen also eigentlich eine Beziehung des Körpers $K$ zu $A, B, C$. ... Wenn wir nun plötzlich von $A, B, C$ ... absehen, und von einem Verhalten des Körpers $K$ im absoluten Raume sprechen wollten, so würden wir einen doppelten Fehler begehen. Einmal könnten wir nicht wissen, wie sich $K$ bei Abwesenheit von $A, B, C$ ... benehmen würde, dann aber würde uns jedes Mittel fehlen, das Benehmen des Körpers $K$ zu beurteilen, und unsere Aussage zu prüfen, welche demnach keinen naturwissenschaftlichen Sinn hätte."

„Die Bewegung eines Körpers $K$ kann immer nur beurteilt werden in bezug auf andere Körper $A, B, C$. ... Da wir immer eine genügende Anzahl gegeneinander relativ festliegender oder ihre Lage nur langsam ändernder Körper zur Verfügung haben, so sind wir hierbei auf keinen bestimmten Körper angewiesen, und können bald von diesem, bald von jenem absehen. Hierdurch entstand die Meinung, daß diese Körper überhaupt gleichgültig seien."

„Der Versuch Newtons mit dem rotierenden Wassergefäß lehrt nur, daß die Relativdrehung des Wassers gegen die Gefäßwände keine merklichen Zentrifugalkräfte weckt, daß dieselben aber durch die Relativdrehung gegen die Masse der Erde und die übrigen Himmelskörper geweckt werden. Niemand kann sagen, wie der Versuch verlaufen würde, wenn die Gefäßwände immer dicker und massiger und zuletzt mehrere Meilen dick würden ..."

Die zitierten Zeilen zeigen, daß Mach die schwachen Seiten der klassischen Mechanik klar erkannt hat und nicht weit davon entfernt war, eine allgemeine Relativitätstheorie zu fordern, und dies schon vor fast einem halben Jahrhundert! Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Mach auf die Relativitätstheorie gekommen wäre, wenn in der Zeit, als er jugendfrischen Geistes war, die Frage nach der Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit schon die Physiker bewegt hätte. Beim Fehlen dieser aus der Maxwell-Lorentzschen Elektrodynamik fließenden Anregung reichte auch Machs kritisches Bedürfnis nicht hin, um das Gefühl der Notwendigkeit einer Definition der Gleichzeitigkeit örtlich distanter Ereignisse zu erwecken.

Die Betrachtungen über Newtons Eimerversuch zeigen, wie nahe seinem Geiste die Forderung der Relativität im allgemeineren Sinne (Relativität der Beschleunigungen) lag. Allerdings fehlt hier das lebhafte Bewußtsein davon, daß die Gleichheit der trägen und schweren Masse der Körper zu einem Relativitätspostulat im weiteren Sinne herausfordert, indem wir nicht imstande sind, durch Versuche darüber zu entscheiden, ob das Fallen der Körper relativ zu einem Koordinatensystem auf das Vorhandensein eines Gravitationsfeldes oder auf einen Beschleunigungszustand des Koordinatensystems zurückzuführen sei.

Mach war seiner geistigen Entwicklung nach nicht ein Philosoph, der sich die Naturwissenschaften als Objekt seiner Spekulationen wählte, sondern ein vielseitig interessierter, emsiger Naturforscher, dem die Erforschung auch abseits vom Brennpunkte des allgemeinen Interesses gelegener Detailfragen sichtlich Vergnügen machte. Hiervon zeugen die schier unzählbaren Einzeluntersuchungen aus dem Gebiete der Physik und empirischen Psychologie, die er teils allein, teils zusammen mit Schülern publizierte. Von seinen physikalischen Experimentaluntersuchungen sind diejenigen über die Schallwellen, welche von Geschossen erzeugt werden, am bekanntesten geworden. War auch der dabei verwendete Grundgedanke nicht prinzipiell neu, so zeigten doch diese Untersuchungen von außergewöhnlicher experimenteller Begabung. Es gelang ihm, die Dichteverteilung der Luft in der Umgebung eines mit Über-Schallgeschwindigkeit fliegenden Geschosses photographisch aufzunehmen und so über eine Gattung akustischer Vorgänge Licht zu verbreiten, über welche man vor ihm nichts wußte. Sein populärer Vortrag hierüber wird jedem Freude machen, der an physikalischen Dingen Freude haben kann.

Machs philosophische Studien entspringen einzig dem Wunsche, einen Standpunkt zu gewinnen, von dem aus die verschiedenen wissenschaftlichen Fächer, denen er seine Lebensarbeit gewidmet hatte, als ein einheitliches Streben sich auffassen ließen. Alle Wissenschaft faßt er als Streben nach Ordnung der elementaren Einzelerfahrungen auf, die er als „Empfindungen" bezeichnete. Diese Wortbezeichnung brachte es wohl mit sich, daß der nüchterne und vorsichtige Denker von solchen, die sich nicht eingehend mit seinen Werken befaßten, öfter für einen philosophischen Idealisten und Solipsisten gehalten wurde.

Beim Lesen der Machschen Werke fühlt man angenehm das Behagen, das der Autor beim mühelosen Niederschreiben seiner prägnanten, treffenden Sätze gefühlt haben muß. Aber nicht nur intellektuelles Vergnügen und Freude am guten Stil machen die Lektüre seiner Bücher immer wieder so anziehend, sondern auch die gütige, menschenfreundliche und hoffnungsfrohe Gesinnung, die oft zwischen den Zeilen hervorschimmert, wenn er über allgemein menschliche Dinge redet. Diese Gesinnung schützte ihn auch vor der Zeitkrankheit, von der heute wenige verschont sind, vor dem nationalen Fanatismus. In seinem populären Aufsatze „Über Erscheinungen an fliegenden Projektilen" hat er es sich nicht versagen können, im letzten Absatze seiner Hoffnung auf eine Verständigung der Völker Ausdruck zu geben.

(Eingegangen 14. März 1916.)

---

Druck von August Pries in Leipzig.

wo das Pferd sei, das die Maschine treibe. Wenn überhaupt, so läßt sich Machs Philosophie nur mit Hume, den er erst im Alter las, und mit Goethe („Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt“, „Maximen und Reflexionen“) in Beziehung bringen; hingegen ist sie der Widerpart von Kant.

Seine Methodenlehre stimmt sich dementsprechend nicht auf absolute und apriorische Wahrheiten ab, sondern sie entspringt den Darwinschen Grundgedanken. Nicht was wahr oder falsch sei, interessiert ihn, — wie ja zu enge Hypothesen, die sogenannten „Arbeitshypothesen“ in der Naturwissenschaft öfters nötig werden, — sondern er hält sich an die Fruchtbarkeit und Sterilität. Sein Prinzip der Oekonomie sieht im einfachsten, sparsamsten begrifflichen Ausdrucke der Tatsachen ihr Ziel. Unsere Gedanken passen sich (in Darwins Sinne) unwillkürlich oder absichtlich an die Tatsachen an, und unser theoretisches Nachdenken ist ihm nur ein Gedankenexperiment: eine Anpassung der einzelnen Gedanken aneinander. In gleicher Weise analysiert er die übrigen logischen Probleme.

Nach einem arbeitsreichen Leben, — er veröffentlichte gegen 160 Publikationen (vgl. meine Monographie. Barth, Leipzig 1915) —, hinterläßt Mach eine bunte Reihe zahlreicher Anhänger aus den verschiedensten Fächern. Bei der Bewertung seiner Leistungen muß man sich bewußt bleiben, wann und aus welchem wissenschaftlichen Stande heraus sie geboren wurden. Eine eigentliche „Machsche Schule“ besteht heute nicht mehr, und sie ist auch nicht nötig, da die Physik und die Psychologie seine Anregungen und Reformen aufnahm, mitunter umänderte und fortführte; er selbst blieb dabei nicht dogmatisch stehen, sondern er ging immer mit der Zeit. Schmerzlich werden ihn aber alle die vermissen, denen seine stete Hilfsbereitschaft und seine liebenswürdige Aufopferung die Wege ebneten, und uns beschleicht eine Wehmut, wenn wir daran denken, was der tatsachenfrohe und glückliche Experimentator uns hätte geben können, wenn sein Vaterland ihm je ein psychologisches Institut geschaffen hätte.

## Kleines Feuilleton.

r. [**Brief aus Wiesbaden.**] Man schreibt uns aus Wiesbaden: Das Kunstleben in der Wintersaison hat weder an Reichhaltigkeit noch an Wert gegen das in Friedenszeiten übliche Maß gelitten. Ursprünglich wohl geplante Einschränkungen kamen bei dem über alles Erwarten günstigen Verlauf der Kurzeit nicht erst zur Durchführung. Während im neuen Museum die Ausstellungen des Nassauischen Kunstvereins, der den zu seinem rechten Gedeihen ihm bisher fehlenden künstlerischen Beirat in der Person des Malers Hans Voelker gefunden hat, sich rasch folgen, bleiben die privaten Salons in friedlichem Wettbewerb nicht zurück. Der Kunstsalon Aktuaryus bringt zur Zeit eine Sammelausstellung des Professors Fahrenkrog, die einen vorzüglichen Ueberblick über das Schaffen dieses Dichter-Malers gibt. Er ist immer der zarte Lyriker, der meist weiche Stimmungen liebt und mit seiner empfindsamen Poetenseele Landschaft und Menschen verklärt im Bilde wiedergibt; eine gesunde Freude an der Farbe und eine große Wahrheitsliebe der Natur gegenüber verhelfen dabei den meisten seiner Bilder zu der beabsichtigten einfach monumentalen Wirkung. In der Galerie Banger stellt Maria Caspar-Filser eine Anzahl ihrer so stark impressionistischen Gemälde aus. Die Landschaften sind mit beredtem Ausdruck und mit Schwung gemalt, mit viel Ernst und einer oft bis an die Grenze gehenden grellen Farbenpracht. Ihre Stilleben aber wirken durch die nahezu gänzliche Auflösung alles Stofflichen unbeholfen und absichtlich, in den kalkigen Farben allzu nüchtern. — Das Kurhaus hat mit einem Slezak-Abend besonders den Fremden einen hervorragenden Genuß bereitet. Seine Gewohnheit, die berühmten Schaffenden an den Vorlesetisch zu bitten, hat es an die Literarische Gesellschaft abgetreten, die nun nach Carl Hauptmann und Wolzogen auch Max Halbe aus seinen Dichtungen vorlesen ließ. — Die Intendantur des Hoftheaters setzt die von dem einstigen Dramaturgen Paul Linsemann begonnene Arbeit einer Vertiefung des literarischen Spielplans im Schauspiel unter dem neuen Regisseur Ernst Legal damit fort, daß sie jetzt der Oper zwei Abende im Monat abnimmt, um sie mit Aufführungen deutscher Klassiker zu füllen. Daß der eine dieser Abende der Jugend vorbehalten bleiben soll, sei mit besonderer Anerkennung vermerkt. In der Vorbereitung eines Ibsenzyklus wurde des Dichters Tragödie der Freundschaft „Die Helden auf Helgeland“ erstmalig aufgeführt. Stil und Sinn der wuchtigen Dichtung wurden von Regie und Darstellung bis ins Kleinste liebevoll festgehalten. Neben Herrn Everth, der den Recken Sigurd mit kraftvoller Lebendigkeit wiedergab und dann wieder zart wie ein Dichter von seiner geheimen Liebe zu Hjördis sprach, stand der Gast aus Frankfurt Herr Kloepfer als Oernulf; sein Spiel, das Kraft und Innerlichkeit hatte, erhob sich vor allem in der Klage um den Tod des Lieblingssohnes zu der Höhe reifen Könnens. Dagegen wußte der zweite Gast des Abends Frl. Senkeft, die die Hjördis als lauerndes Raubtier gab, stellenweise allzu wenig Maß im Gebrauch ihrer guten Mittel zu halten. Der Eindruck der Dichtung war überaus stark. — Im Residenztheater fand Hermanns Schauspiel „Jettchen Gebert“ in der recht stimmungsvollen Inszenierung von Herrn Flieser vielen Beifall. Frl. Hermann wußte durch scharf charakterisierendes Spiel dem Jettchen die Seele einzuhauchen, die es bei dem Sprung auf die Bühne im Roman zurückgelassen hat. Eine prächtige Leistung war auch der Jason des Herrn Nesselträger.

# Ernst Mach †

Von Privatdozent Dr. **Hans Henning.**

Wie uns aus Wien berichtet wird, hat Ernst Mach in seinem letzten Willen den Wunsch ausgedrückt, daß im Anschluß an die Todesnachricht folgende Abschiesworte in der Neuen Freien Presse veröffentlicht würden: „Bei seinem Scheiden aus dem Leben grüßt Professor Ernst Mach alle, die sich seiner erinnern, und bittet um ein freundliches heiteres Andenken."

Ein Naturforscher im alten guten Sinne dieses Wortes ist dahingegangen. Schon als Knabe stand ihm sein Lebenswerk vor Augen: er wollte nicht mit jeder Wissenschaft ein neues Schubfach aufziehen, sondern er suchte einen Standpunkt, der die subjektive und objektive Weltansicht eint. Die goldene Mitte zwischen der Charybdis eines klobigen Materialismus und der Scylla schwebender Spekulationen lag in seiner bodenständigen Natur. Mach war von der Allmacht der Tatsachenerfahrung wie von der Ohnmacht tatsachenfremder Begriffssysteme diskussionslos überzeugt und deshalb harrte er trotz seiner weitblickenden Reform der wissenschaftlichen Grundlagen ständig als eifriger Arbeiter an der Stätte des Tagbaues aus, ohne je nach den letzten Dingen zu schielen. So hat er die Welt stets als Mensch gesehen; nie Erfahrbarem grübelte er nicht nach „Das Ding an sich und das Land des Transzendenten," so erzählt er, „ist mir verschlossen. Und wenn ich noch das offene Bekenntnis hinzufüge, daß dessen Bewohner meine Wißbegierde gar nicht zu reizen vermögen, so kann man die weite Kluft ermessen, welche zwischen vielen Philosophen und mir besteht." Darum wehrte er sich auch stets gegen den Philosophentitel; ob er Physik, Psychologie oder Philosophie triebe, er sei und bleibe ein Naturforscher.

Ernst Mach wurde 1838 in Turas in Mähren geboren, doch kam er früh nach Wien. Seine Eltern waren ideal veranlagte weltfremde Menschen. Der Vater, zunächst pädagogisch tätig, widmete den Hauptteil seines Lebens, stets mit der Ungunst der Verhältnisse kämpfend, der Bewirtschaftung von Gütern, zuletzt in Statenegg in Unterkrain. Als erster Pionier der Seidenzucht in Europa, — 1872 trat das preußische Ackerbauministerium an ihn heran, — verblutete er einsam und unverstanden seine letzte Kraft. Von alledem ist nichts geblieben als ein Ehrenmal in Brehms Tierleben und einige Museumsreliquien. Die Märztage Wiens, der Aufstand Ungarns warfen wohl einige Wellen in Machs Elternhaus, allein sie mußten dort rasch verebben. Auf dem Gymnasium führte den jungen Mach sein Lehrer F. X. Wesseley in Lamarcks Gedanken ein, sodaß Darwins Werk in dem gereiften Jüngling fruchtbaren Boden fand. Darwin redet nur von der Entwicklung der tierischen und pflanzlichen Formen. Herbert Spencer schält begriffliche Systeme, um die zarte Entwicklungsknospe zu entblättern. Mach aber faßt das ganze psychische Leben, — die Wissenschaft, unser Denken und Grübeln, unsere Wege und Methoden eingeschlossen —, als biologische Erscheinung auf, die dem Kampfe ums Dasein, der Entwicklung und der Auslese unterworfen ist. Was Darwin in der Zoologie und der Botanik begann, das vollendete Mach für jegliches geistige Leben. Alles ist dem Daseinskampfe, der Auslese und der Entwicklung hörig, und hierbei gönnte Mach auch den Aprioritäten Kants keinen kampfstillen archimedischen Ruhepol.

Der junge Naturforscher habilitierte sich 1861 in Wien für Physik, mehr weil ihm keine psychologischen Apparate und Mittel zur Verfügung standen, als im ausnahmslosen Interesse für dieses Fach 1864 rief ihn Graz, 1867 Prag, wo er als Rektor eine tapfere Lanze gegen die Tschechen führte. 1895 gab ihm Wien eine Kanzel für „induktive Philosophie", die er bis 1901 innehatte. Ein apoplektischer Anfall ohne Bewußtseinslähmung, der die rechte Körperhälfte intermittierend lähmte, zwang ihn dazu, den Lehrstuhl aufzugeben, allein von weiterer Arbeit auf seinem Ruhesitze Haar bei München vermochte er ihn nicht abzuhalten. Der Wiener Akademie der Wissenschaften gehörte er schon sehr früh, dem österreichischen Herrenhause seit 1901 an.

Als Physiker blieb er zunächst auf der Scheide zwischen Physik und Psychologie mit den „Optisch-akustischen Versuchen", in denen er die Ton- und Farbenänderung durch Bewegung untersuchte. Dann prüfte er den Bau der physikalischen Wellen, wobei ihm in Pola und Meppen auch die Photographie fliegender Geschosse mit ihren Luftwirbeln gelang. Seinem pädagogischen Interſſe entsprangen zahlreiche Lehrbücher und Demonstrationsapparate, sowie jene etappenweise Photographie auf derselben Platte, die einen körperlichen Gegenstand halbdurchsichtig sowohl in äußerer Unversehrtheit, als in seiner inneren Struktur wiedergibt. Sein Ruhm als Physiker rührt aber von der historischen Kritik und der Reform der physikalischen Grundbegriffe her. („Erhaltung der Arbeit", „Die Mechanik in ihrer Entwicklung", „Prinzipien der Wärmelehre", womit nur die größeren Arbeiten genannt sind.) Am Lebensabend beschäftigte ihn die Entwicklung der Optik, auch zog ihn die Mechanik erneut an.

Er ging den verschiedenen individuellen Wegen nach, auf denen die physikalischen Tatsachen gefunden wurden; die durch ihre persönliche Note zu neuem Leben erwärmten Prinzipien prüfte er dann darauf, ob ihre logische Gültigkeit wirklich absolut oder apriorisch in Kants Sinne beschaffen sei, und welche Voraussetzungen ihre Entdecker gemacht hatten. Wo er auch anfaßte, überall schmolz ihm dabei das Absolute zum Relativen zusammen: „Weil ein Papiergulden nicht notwendig durch einen bestimmten Münzgulden fundiert sein muß, sondern durch einen beliebigen Münzgulden fundiert sein kann, so darf man nicht glauben, daß er gar nicht fundiert zu sein braucht." Durchgängig beruht diese Fundierung logisch in unserer Erfahrung. So hat Mach den Boden bereitet für die moderne Relativitätstheorie. Während bisher ein Vorgang für „erklärt" galt, wenn er nur auf die Mechanik zurückgeführt war, wies er die mechanische Naturansicht von ihrem Throne; sein Ziel ist eine vergleichende Physik mit phänomenologischen Gesetzen, die jedem Gebiete der Physik in gleicher Weise gerecht werden. Im einzelnen bestrebte sich seine Reform, alle überflüssigen, meist metaphysischen Zutaten aus der Physik zu entfernen. An seinem Lebensabend äußert er sich darüber: „Heute erscheint jedem das selbstverständlich, wofür ich mein ganzes Leben über kämpfen mußte, und man begreift nicht mehr, wie die Gemüter sich hierüber erhitzen konnten."

Als Psychologe beschäftigte Mach sich zunächst mit der Theorie des Gehörorgans, die Helmholtz gleichzeitig in Angriff nahm, dann mit den Tonempfindungen. Dem folgte die im Aufbau und im Gange der Experimente ganz klassische Arbeit „Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen". In der Eisenbahn beobachtete er beim Durchfahren einer Kurve die Schiefstellung der Häuser und untersuchte nun auf einem großen Drehstuhl alle Empfindungen bei aktiver und passiver Bewegung. Einwandfrei wies er nach, daß der Sitz unseres Gleichgewichtssinnes in den Bogengängen des Ohres liegt, wobei nur die Beschleunigung, nicht aber genau gleichförmige Bewegung bemerkt wird. Hier schon greift er den Dreh- und Augenschwindel auf, sowie die optischen Täuschungen, ein Gebiet, in dem wir Mach äußerst interessante Erscheinungen und Apparate verdanken, endlich akustische, optische und Bewegungsnachbilder. Seine Untersuchungen zur Psychologie der Gesichtswahrnehmungen heben mit der Gestaltsauffassung an, die heute im Brennpunkte des psychologischen Interesses steht, während man damals die Problemstellung komisch fand. Im großen hat allerdings Hering die Raumpsychologie aufgebaut, aber Mach fügte ihr zahlreiche wesentliche Einzelheiten an. Die Psychologie der Zeitauffassung ist noch nicht geklärt; jedoch können wir heute schon bestimmt sagen, daß Machs Annahme von spezifischen Zeitempfindungen ein Fehlgriff war.

Auch psychologisch verdankt Mach seinen Ruf in weiteren Kreisen den kritischen Zusammenfassungen. Als er 1885 mit der „Analyse der Empfindungen" hervortrat, da gab ein Philosoph über dieses Werk, das rasch zahlreiche Auflagen erlebte, ein so ungünstiges Gutachten ab, daß Mach seinem Verleger die Hälfte des nicht gerade fürstlichen Honorars zur Beruhigung zurückgeben mußte. Besonders eingehend ist hier das Verhältnis des Psychischen zum Physischen behandelt, nicht ohne die Philosophie hereinzuziehen, und weiter bietet er nun die reife Frucht seiner sinnespsychologischen Spezialarbeiten. Ein Ergebnis der Wiener Vorlesungen ist das Werk „Erkenntnis und Irrtum", das in gleicher Weise psychologisch, philosophisch und physikalisch gehalten ist. Die verschiedenen psychologischen und logischen Grundprobleme sucht er von allen metaphysischen Verschleierungen zu befreien, und mit dieser naturwissenschaftlichen Reinigung gibt er zugleich eine genetische Psychologie. Als letzten Schluß mündet er in den Satz: „Wahrheit und Irrtum entspringen denselben psychologischen Quellen, nur der Erfolg vermag beide zu scheiden. Der wüsteste Traum, die gröbste Sinnestäuschung ist keine „Täuschung", sondern eine Bewußtseinstatsache, deren Entstehung psychologisch ebenso kausal und wichtig ist, wie alles andere."

Damit ist zugleich seine Philosophie angedeutet. Er analysiert die Welt, wie er sie vorfindet, und gelangt dabei zu vorläufig letzten Elementen. Betrachten wir die physikalischen Dinge der Außenwelt oder den besonderen Körperkomplex, den wir unseren Leib nennen, oder endlich unsere Bewußtseinserlebnisse, so begegnen wir immer denselben Elementen (Farben, Drucken, Wärmen, Tönen, Gerüchen usw.) nur in verschiedener Abhängigkeit. Die physischen Befunde sind sowohl von Umständen außerhalb meines Organismus als von Umständen innerhalb meines Organismus abhängig. „Insofern und nur insofern letzteres der Fall ist, nennen wir diese Elemente auch Empfindungen." Erinnerungen, Vorstellungen, Gefühle, Willen, Begriffe aber setzen sich aus zurückgelassenen Spuren von Empfindungen auf. Bei der Analyse ist ein Ding also für uns mit den Elementen und ihrem gesetzmäßigen Zusammenhang erschöpft. Wer außer der Summe und dem funktionalen Zusammenhang aller Elemente bei der Analyse noch ein von seiner „Erscheinung" verschiedenes unerkennbares „Ding an sich" annimmt, der verdoppelt nach Mach fälschlich die Welt, die immer nur einmal da ist. Und ihn vergleicht er mit jenem Bauer, der sich erst die Funktionen einer Maschine erklären ließ, um hernach zu fragen,

Zwischen den von beiden Seiten aufgestiegenen Fliegern kam es zu zahlreichen Luftgefechten, besonders hinter der feindlichen Front.

Ein deutsches Luftschiff ist heute nachts bei Revigny dem feindlichen Feuer zum Opfer gefallen.

Oestlicher und Balkankriegsschauplatz.

Die Lage ist im allgemeinen unverändert.

Oberste Heeresleitung."

---

## Griechischer Kreuzer vor Durazzo.

### Zum Schutz der griechischen Bewohner.

Berlin, 22. Februar. (Priv.-Tel.)

Dem Lokalanzeiger wird aus Rotterdam berichtet: Der griechische Kreuzer „Hellas" kam zum Schutz der griechischen Bewohner vor Durazzo an.

---

## Die Adriafrage gelöst.

### Ein Urteil Clemenceaus.

Genf, 22. Februar. (Priv.-Tel.)

Das Leibblatt Clemenceaus, Homme Enchaîné, bespricht die Lage in Albanien und

---

und sah und hörte. Sah, wie die beiden Schiffe, ohne ihre Lichter abzublenden, auch jetzt noch den Nordkurs mit einer geringen Neigung nach Osten beibehielten. Wohl fünf Minuten hindurch verfolgte der Engländer den Lauf der Schiffe, während die machtvolle, von fünfzig Bläsern getragene Melodie des deutschen Nationalliedes bis zu seiner luftigen Höhe hinüberdrang. Dann verließ er den Beobachtungsposten und stieg zum Apparatenraum der Marconi-Station hinunter. Nach wie vor umrauschten ihn dabei die Klänge „Deutschland, Deutschland über alles". Daß etwa fünf Minuten später jedes, aber auch jedes Licht auf den beiden deutschen Panzern erlosch, das sah er nicht mehr, und konnte es daher der englischen Flotte auch nicht melden. So lautete denn sein Bericht, daß die verdammten Deutschen verrückt geworden zu sein schienen und jedenfalls mit Musik und Lichtern geradeswegs auf den nördlichen Ausgang der Straße von Messina hinsteuerten.

* * *

Das Radiotelegramm von Mister James Brown erreichte die beiden Schlachtschiffe am nördlichen Ausgang der Straße von Messina und die drei Kreuzer am südlichen Ende. Es bestätigte nur die eigenen Beobachtungen der Engländer, denn in der stillen Sommernacht war die rauschende Musik ja über viele Seemeilen hin auf dem glatten Meeresspiegel zu vernehmen. Enger schlossen sich die beiden riesenhaften Dreadnoughts am Nordende der Straße zusammen, jedes Geschütz geladen, in jedem Rohr einen Torpedo schußbereit. In dem Augenblick, wo die deutschen Schiffe hier auftauchten, mußten sie von einem vernichtenden Eisenhagel überschüttet werden, mußte ihnen die Lust am Musizieren wohl vergehen.

Aber Mister Brown hatte wohl recht... Die Deutschen schienen wirklich übergeschnappt zu sein, denn ihre Kapellen spielten unentwegt die [illegible]

allein. Vom Süden her stießen jetzt die drei Kreuzer, auf das Funkentelegramm hin, in die Straße von Messina, und auch dort wurde die Musik vernommen.

„Hallo, Sir!"

Atemlos und viel aufgeregter, als es sich für einen richtigen Schotten ziemt, kam Mac Luren, Maat und Ausguckmann auf Seiner Großbritannischen Majestät Schlachtkreuzer „Cassandra" zum Wachtoffizier gelaufen.

„Hallo, Sir! Auf Backbordseite habe ich eben jetzt irgendwas Großes, Dunkles nach Süden fahren sehen." Der Wachtoffizier besah sich den Meldenden von oben bis unten. Dann entschied er kurz und bündig:

„Gottverdammter Unsinn, schert Euch auf Euren Posten!"

„Aber ich hab's doch gesehen," beteuerte der Mann noch einmal. „Gerade an Backbord, zwei Seemeilen vom Schiff lotrecht ab."

Der Wachthabende wurde ungemütlich. „Mann, Ihr seid das größte Hornvieh in den Vereinigten Königreichen. Zwei Seemeilen Backbord kann überhaupt nichts mehr fahren; da hat das große Erdbeben alles zerrissen und verschüttet. Merkt Ihr nun, daß Ihr Gespenster seht!"

„Deutschland, Deutschland über alles, über alles in der Welt!" klangen die Töne mächtiger denn je über das Wasser zum englischen Schiff hinüber.

„Marsch auf deinen Posten, du Narr!" schloß der Wachthabende kategorisch die Unterhaltung.

Mit halber Kraft steuerten die drei Schlachtkreuzer nordwärts, und gerade, als ob sie sie necken wollte, flatterte die Musik bald näher und bald ferner vor ihnen über das Wasser hin. MacLuren rieb sich die Schläfen, als ob sie ihn schmerzten.

„Was ich gesehen habe, das habe ich gesehen! Und wenn dort kein Schiff fahren kann, dann..."

---

# Wiener Neuigkeiten.

## Ernst Mach gestorben.

Prof. Ernst Mach ist am vorigen Samstag in der Nähe von München, wo er bei seinem Sohne weilte, gestorben.

Ernst Mach war am 18. Februar 1838 [illegible]

... kehrtheiten treibt. Mach erklärt, daß er auf die individuelle Unsterblichkeit gern verzichtet, da sie ja nebensächlich sei gegenüber dem eigentlich Wertvollen, dem allgemeineren Weltbild, das den größeren Inhalt unseres Selbstbewußtseins ausmacht. Er glaubt, dadurch „zu einer freieren, verklärteren Lebensauffassung zu gelangen, die die Mißachtung des fremden Ich und die Ueberschätzung des eigenen ausschließt" — zu einem

# Wiener Neuigkeiten.

## Ernst Mach gestorben.

Prof. Ernst Mach ist am vorigen Samstag in der Nähe von München, wo er bei seinem Sohne weilte, gestorben.

Ernst Mach war am 18. Februar 1838 in Turas in Mähren geboren. Er habilitierte sich 1861 zunächst als Dozent für Mathematik an der Wiener Technik, wurde sodann 1864 als ordentlicher Professor an die Universität Graz berufen, wo er mit der Veröffentlichung seiner erkenntnistheoretischen Schriften begann. Nach einer längeren Wirksamkeit in Prag übersiedelte Mach 1894 nach Wien, wo er kaum drei Jahre wirkte. Im Jahre 1913 übersiedelte Mach nach München. Mach, der Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Ehrungen war, gehörte seit 1901 dem Herrenhaus an.

## Ernst Mach.

Im öffentlichen Leben Wiens — wenn man von einem solchen sprechen kann — stand an einer hervorragenden Stelle Ernst Mach. Er war hoch geachtet als Gelehrter, als stiller, aber wertvoller Vorkämpfer für die individuelle Freiheit, als Weltweiser. Noch größer aber ist die Zahl seiner Bewunderer im Ausland.

Als Mach vor einigen Jahren Oesterreich verließ um seine Tage in Haar bei München zu beschließen, wo der hochbetagte, halbgelähmte, aber immer noch schaffensfreudige Gelehrte im Hause seines Sohnes ein Heim fand, nahm man in Wien kaum Notiz davon. Die ärmliche Pension von 8000 Kronen, die er als gewesener Universitätsprofessor bezog, reichte bei der wachsenden Teuerung nicht hin. So bescheiden er lebte, so tief er seine persönlichen Bedürfnisse herabzuschrauben verstand, schließlich ging es nicht mehr. Unserer Unterrichtsverwaltung war es nicht einen Augenblick lang eingefallen, daß unsere Selbstachtung als Kulturnation eine größere Rücksicht erheische gegenüber solchen Männern, die die schöpferischen Genies des Landes vorstellen; ja, seine gelehrten Kollegen aus demselben Wissensgebiet, der Physik, taten immer so, als ob es im Weichbild der Stadt keinen Mach gebe. Er selbst lebte äußerst zurückgezogen, lehnte ängstlich jede Aufforderung zu öffentlichem Hervortreten, jede Ehrung ab. Und als seine Freunde zu seinem siebzigsten Geburtstag eine Festschrift planten, bat er, davon abzusehen.

Und ganz merkwürdig hing seine persönliche Scheu, die so viel edle Bescheidenheit zum Ausdruck bringt, mit seiner Weltanschauung, seinem philosophischen System zusammen. Denn, obwohl er sich wehrte, Philosoph zu heißen, war er doch ein solcher durch und durch bis zur Schaffung einer ganz eigenen, höchst sonderbaren und doch zur Hälfte durchaus richtigen Auffassung von unserem Ich. Eine tiefe Auffassung. Mach las eines Tages, von einem Freunde verführt, folgende humoristische Stelle im Werke des Philosophen E. Krause (wenn keine Verwechslung mit Karl Christian Friedrich Krause, dem komisch-krausen Zeitgenossen Kants vorliegt):

„Aufgabe: Die Selbstanschauung ‚Ich' auszuführen!

Auflösung: Man führe sie ohne weiteres aus!"

Mach legte sich aufs Sofa, ließ das Auge sinnend über sich gleiten, und besah sich den Inhalt seiner Selbstanschauung. Er beobachtete seine Nasenspitze, darüber hinaus seinen Rock, seine Beine, Füße, alles Teile des „Ich", die ihm zum Bewußtsein kamen als ihm gehörig. Aber wo die Hände und Füße, der Rock und die Hose endeten, war das Bewußtsein keineswegs an seinen Grenzen angekommen. Nein, da knüpfte gleich das Sofa an, Teppich und Wände, Fenster, Wolken, Himmel. Das alles bildete die Fortsetzung seines Körpers, gehörte mit zu seinem Bewußtsein. Und zurück führte der Blick von Himmel und Fenster zu der Nasenspitze, unter die eigene Haut, und schließlich zur Empfindung, daß er, Mach, eben im Anschauen und Denken begriffen war, führte zum eigenen „Ich". Sein geistvoller Freund Josef Popper-Lynkeus traf damals das Richtige, als er ~~ihm lachend be~~merkte: „In dem Moment, wo Ihr Blick unter Ihre Haut kam, waren Sie beim ‚Ich' angelangt." Das bekannte grundlegende Werk: „Analyse der Empfindungen" enthält die Zeichnung des auf dem Sofa liegenden und sein „Ich" entdeckenden Mach. So kam der Forscher zur Ueberzeugung, daß unsere Anschauung von unserem Selbst, unser Selbstbewußtsein eigentlich unser ganzes Weltbild enthält samt Stiefel, Zimmerausstattung und Himmelskunde; daß das „Ich" aber innerhalb dieses Weltbildes nur in einer bescheidenen Ecke stehe, daß es gewissermaßen nur eine Spitze, einen Gipfel bilde. Und Gipfel können weggehauen werden. Tatsächlich geht im Tod das Ich verloren, während das übrige, die der Weltanschauung zum Teil erhalten bleibt und lebendig weiterwirkt, wie in den Werken der Forscher, Künstler, Staatsmänner, Sozialreformer. Ja, das bildet eben deren größtes Glück, daß das bessere Teil ihres Ich, ihr Weltbild den nachkommenden Geschlechtern erhalten bleibt, nachdem die wertlose Spitze, das Ich, längst abgemodert ist. Das Ich verschwindet aber nicht nur auf einmal, am Ende, sondern schon vorher, im Leben verändert es sich unaufhörlich, bröckelt ab, zumeist ohne daß wir es merken. Ganz abgesehen davon, daß es im Schlaf gar oft sich selbst fremd wird.

Nach dieser Entdeckung stößt Mach triumphierend den Ruf aus, das Losungswort seiner Erkenntnis: „Das Ich ist unrettbar!" Ist es doch gerade diese Einsicht, daß wir am Todestage das Ich endgültig und für immer verlieren, und die Furcht vor dieser Katastrophe, die die meisten Menschen zu dem absonderlichsten Aberglauben, zu religiösen und philosophischen Verkehrtheiten treibt. Mach erklärt, daß er auf die individuelle Unsterblichkeit gern verzichtet, da sie ja nebensächlich sei gegenüber dem eigentlich Wertvollen, dem allgemeineren Weltbild, das den größeren Inhalt unseres Selbstbewußtseins ausmacht. Er glaubt, dadurch „zu einer freieren, verklärteren Lebensauffassung zu gelangen, die die Mißachtung des fremden Ich und die Ueberschätzung des eigenen ausschließt" — zu einem Ideal, das gleich weit von der selbstmörderischen Askese wie vom rücksichtslosen Uebermenschentum Nietzsches ist...

Der scharfsinnige Leser erkennt sofort die geniale Einseitigkeit, er sieht den tiefsten Sinn des dunklen Daseins enthüllt, hört aber zugleich das Aufkreischen des Widerspruchs in seiner Brust. Mach ergreift eine Gigantenkeule und schmettert uns lle tot. Nur, um uns zu zeigen, daß das, was dann noch übrig bleibt, das eigentlich Wertvolle ist. Ihm, den Künstlern, den schöpferischen Geistern zum Trost. Aber den anderen, gewöhnlichen Erdbürgern zum Schmerz. Er vergißt in seinem Eifer, daß, wie er selbst gesteht, das Bewußtsein der schönen Welt im „Ich" gipfelt, daß ein „Ich" da sein muß, um dieses Universum geistig in sich zu fassen, kurz, daß das „Ich" eigentlich der Inbegriff von allem ist, was wir sehen, wovon wir sprechen und denken. Künstler, Forscher, Sozialreformer würden wertlose Hinterlassenschaften fabrizieren, wenn niemand mehr lebte, wenn keine „Ich" da wären, um ihre Werke und Schöpfungen sich zu Nutze zu machen, in ihr „Ich" hinein zu verweben, ihr „Ich" damit zu veredeln.

Daß Mach, der objektive, sich selbst verleugnende Forscher, seine eigene Persönlichkeit in den Hintergrund schob, hängt aber nicht nur mit seiner Bescheidenheit und seiner Philosophie, sondern auch mit seiner angeborenen Güte, die er für Pflichtgefühl hielt, und der Vornehmheit seiner Gesinnung zusammen. Unzählige Leute, schaffende, hoffende, wendeten sich an ihn, ihre Arbeiten durchzulesen, zu begutachten. Oft jammerte er, daß Unbekannte ihm seine beste Zeit wegnähmen. Aber nie war er imstande, mit Festigkeit abzulehnen.

Man hatte Mach lange totgeschwiegen, im Anfang, als er sich noch nicht zur Anerkennung durchgerungen, oft auch verlacht. Besonders bei uns in Wien, wo er am längsten wirkte. Als sein bedeutendes Werk: „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit" im Jahre 1872 erschien, gab es auf viele Jahre hinaus fast niemanden, der es ernst nahm. Der erste, der die Bedeutung dieser Leistung erkannte, war Josef v. Popper-Lynkeus, der selbst ähnliche Ideen ausgesprochen hatte, derselbe Popper, der ebenfalls als einer der ersten für den verkannten und mißhandelten Robert Mayer eintrat. Als Mach sein glänzendes psychologisch-philosophisches Werk: „Beiträge zur Analyse der Empfindungen" veröffentlichte, belehrte ihn ein Physiker darüber, wie ungeschickt er seine Aufgabe angefaßt habe. Man könne die Empfindungen nicht analysieren, bevor die Bahnen der Atome im Gehirn nicht bekannt seien.

Die reine, ergebene Begeisterung für die Wissenschaft hat Mach wahrscheinlich von seinem Vater geerbt. Dieser war ein tief überzeugter Darwinianer gewesen. Als Gutsbesitzer in Krain hatte er sich auch mit der Seidenzucht beschäftigt, die Seidenraupe des Yama Mai frei im Eichenwalde gezogen, und sich dabei biologische Experimente gestattet, aus denen der Knabe viel Anregung schöpfte. In der väterlichen Bibliothek hatte der erst fünfzehnjährige Ernst ein Buch entdeckt, dessen Lektüre einen gewaltigen und unauslöschlichen Eindruck in ihm zurückließ. Es war Kants „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik". Er sog sich damit voll. Einige Jahre später, an einem heiteren Sonntag, als er im Freien spazierte, erschien ihm die Welt samt seinem Ich als eine einzige zusammenhängende Masse von Empfindungen. Dieser Augenblick war für seine ganze künftige Anschauung, für seine spätere Erkenntnislehre bestimmend. Hier empfing er den Keim, aus dem sich etwa ein halbes Jahrhundert später seine „Analyse der Empfindungen" entwickeln sollten. Von dem Leben in der täglichen Sorge um die Verwaltung auf dem väterlichen Gute rührte es wahrscheinlich auch her, daß Mach später dieselbe Betrachtungsweise auf seinen Beruf übertrug und die Wissenschaften als eine „Denkökonomie" bezeichnete. Sie ersparen uns falsche Anschauungen und überflüssige geistige Arbeit. Die Naturgesetze bilden „die Einschränkung unserer Erwartungen unter Leitung der Erfahrung". In der Periode des Kopernikus und des Galilei erfolgte ein Aufschwung der Naturwissenschaften unter den Leitgedanken der Leichtigkeit, Einfachheit und Schönheit, die in den Gesetzen des Alls walten sollten. Gott oder die Natur strebt zum Einfachsten und Schönsten. Dann folgt die Zeit, wo man Gesetzmäßigkeit und Bestimmtheit als wesentlichstes Kennzeichen der Naturkräfte erklärte. Heute erwartet man von ihnen: „Sparsamkeit und Oekonomie in allen Vorgängen, durch Erzielung aller Wirkungen mit kleinstem Aufwand." Und was man von der Natur erwartet, dessen seien die Wissenschaften der Ausdruck: Denkökonomien.

Machs Schriften über physikalische wie über philosophische Probleme geben den ganzen Mann wieder, sie zeichnen sich durch Schlichtheit und Klarheit aus. Dieses scheint sein einziges Streben; seine viel gelesene „Mechanik in ihrer Entwicklung" erhält dadurch einen gewissen menschlichen und künstlerischen Reiz. Im Gegensatz zu anderen Professoren, die möglichst dunkel und hochtrabend sein wollen, sucht er die „Wunder" der Gelehrtheit gewissermaßen zu entwundern, wodurch natürlich der feinste geistige Effekt entsteht. In seinen in vierter Auflage erschienenen „Populärwissenschaftlichen Vorlesungen" hat er in seiner bescheidenen Art in einzelnen Abhandlungen tiefe und wertvolle Gedanken niedergelegt, um deren jeden einzelnen andere dicke Bücher herumgeschrieben hätten. Sein letztes größeres Werk war der Band: „Erkenntnis und Irrtum".

Leo Gilbert

# Die Naturwissenschaften

**Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik**

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

**Heft 5.** **2. Februar 1917.** **Fünfter Jahrgang.**


## INHALT:

#  Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

**Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

**Heft 5.** | **2. Februar 1917.** | **Fünfter Jahrgang.**

## INHALT:

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften"
Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang. 2. Februar 1917. Heft 5.

## Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart[1]).

*Von Prof. Dr. Philipp Frank, Prag.*

Es ist etwas Merkwürdiges um die Lehren *Machs.* Von den Philosophen werden sie oft als Werke eines in ihre Wissenschaft nur dilettantisch hineinredenden Physikers bespöttelt oder herablassend abgelehnt; von den Physikern werden sie häufig als Verirrungen vom richtigen Pfade der soliden realistischen Naturwissenschaft bedauert. Und doch kommen Philosophen und Physiker, ja auch Historiker und Soziologen und viele andere nicht los von *Mach.* Die einen bekämpfen ihn leidenschaftlich, die anderen verherrlichen ihn begeistert. Es geht etwas Faszinierendes von diesen so schlichten Lehren aus; trotz ihrer Schlichtheit etwas Reizendes und Aufreizendes. Es gibt wenige Denker, die so scheidend und trennend auf die Geister wirken, die den einen so begeistern, dem anderen so dem innersten Wesen nach widerwärtig sind. Was steckt in diesen Lehren, daß keiner, mag er weicher Gesinnung immer sein, sich der Aufgabe entziehen kann, zu ihnen irgendwie Stellung zu nehmen?

Darüber möchte ich in dem vorliegenden Aufsatz sprechen. Ich habe mir eine ganz bestimmte Ansicht darüber gebildet, welche Stellung *Mach* im Geistesleben unserer Zeit einnimmt, und diese Stellung, glaube ich, wird es erklären, warum der Kampf so leidenschaftlich um ihn tobt. Es handelt sich dabei nicht um die oft individuell und historisch bedingten Einzelheiten der Machschen Lehren, sondern um deren Kern, der eben den Brennpunkt der Kämpfe ausmacht. Ich will daher hier nicht über die allgemeine Stellung *Machs* zum psychophysischen Problem sprechen, nicht über seine physikalischen und psychologischen Einzelleistungen, sondern nur über seine Auffassung von den Aufgaben und möglichen Zielen der exakten Naturwissenschaft.

Gerade in den letzten Jahren macht sich immer stärker bei den schöpferisch tätigen Physikern und Mathematikern eine Reaktion gegen die Machschen Auffassungen bemerkbar. Wenn einer der hervorragendsten theoretischen Physiker unserer Zeit, *Max Planck*[2]), und einer der ersten lebenden Geometer *E. Study*[1]) diese Ansichten als für ihre Wissenschaft teils irreführend, teils undurchführbar, teils geradezu schädlich bezeichnen, so muß das zu denken geben und man kann nicht leichthin darüber hinweggehen.

Was einem Forscher von der ausgesprochen stark konstruktiven Begabung *Plancks* an den Ansichten *Machs* so durchaus mißfällt, ist vor allem ein Werturteil. Für den Forscher ist jede neue Theorie, die sich auch durch das Experiment stützen läßt, ein Stück neuentdeckte Realität; nach *Mach* aber ist die Physik nichts als eine Sammlung von Aussagen über die Verknüpfung von Sinnesempfindungen und die Theorien nichts als ökonomische Ausdruckweisen für die Zusammenfassung dieser Verknüpfungen.

„Das Ziel der Naturwissenschaft“, sagt *Mach*[2]), „ist der Zusammenhang der Erscheinungen. Die Theorien aber sind wie dürre Blätter, welche abfallen, wenn sie den Organismus der Wissenschaft eine Zeitlang in Atem gehalten haben.“ Dieser, wie man sie nennt, phänomenalistischen Auffassung war bekanntlich schon *Goethe.* In dem Nachlaß zu den Maximen und Reflexionen heißt es: „Hypothesen sind Gerüste, die man vor dem Gebäude aufführt, und die man abträgt, wenn das Gebäude fertig ist. Sie sind dem Arbeiter unentbehrlich; nur muß er das Gerüste nicht für das Gebäude ansehen.“ Und noch drastischer: „Die Konstanz der Phänomene ist allein bedeutend; was wir dabei denken, ist ganz einerlei.“

Nun wird man sagen, *Goethe* war auch wirklich kein tüchtiger Physiker und man sieht an ihm, wie solche Grundsätze den Forschergeist hemmen. So sagt *Planck*[3]): „Als die großen Meister der exakten Naturforschung ihre Ideen in die Wissenschaft warfen, als *Nicolaus Copernicus* die Erde aus dem Zentrum der Welt entfernte, als *Johannes Kepler* die nach ihm benannten Gesetze formulierte, als *Isaac Newton* die allgemeine Gravitation entdeckte .... die Reihe wäre noch lange fortzusetzen — da waren ökonomische Gesichtspunkte sicher die allerletzten, welche diese Männer in ihrem Kampfe gegen überlieferte Anschauungen und gegen überragende Autoritäten stählten. Nein — es war ihr felsenfester, sei es auf künstlerischer, sei es auf religiöser Basis

[1]) Ich setze in diesem Aufsatze voraus, daß der Leser mit den Machschen Anschauungen wenigstens oberflächlich bekannt ist. Ich kann das um so eher, als der in dieser Zeitschrift erschienene ausgezeichnete Nachruf auf *Mach* von *Felix Auerbach* eine solche Orientierung ermöglichte.

[2]) *M. Planck*, Die Einheit des physikalischen Weltbildes, Leipzig, 1909.

[1]) *E. Study*, Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume, Braunschweig, 1914.

[2]) *E. Mach*, Die Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit, Prag, 1872, Neudruck Leipzig, 1909.

[3]) l. c. Seite 36.

ruhender Glaube an die Realität ihres Weltbildes. Angesichts dieser doch gewiß unanfechtbaren Tatsache läßt sich die Vermutung nicht von der Hand weisen, daß, falls das Machsche Prinzip der Ökonomie wirklich einmal in den Mittelpunkt der Erkenntnistheorie gerückt werden sollte, die Gedankengänge solcher führenden Geister gestört, der Flug ihrer Phantasie gelähmt und dadurch vielleicht der Fortschritt der Wissenschaft in verhängnisvoller Weise gehemmt werden würde."

Daß diese Befürchtungen in dieser Allgemeinheit nicht begründet sind, kann man leicht sehen, wenn man sich die Ansichten eines der größten theoretischen Physiker des 19. Jahrhunderts, *J. Cl. Maxwells*[1]), über das Wesen der physikalischen Theorien ins Gedächtnis ruft. Man braucht nur die Einleitung zu seiner Abhandlung über *Faradays* Kraftlinien aus dem Jahre 1855 zu lesen, um ihn völlig als Anhänger des phänomenalistischen Standpunktes zu finden, ohne daß man doch irgendwie von ihm behaupten könnte, daß dadurch der Flug seiner Phantasie gelähmt worden wäre. Ja im Gegenteil. Die Auffassung von dem relativen Unwert der Theorie gegenüber dem Phänomen verleiht dem Theoretisieren solcher Forscher etwas ganz besonders Freies und Phantasievolles.

Ich will übrigens zugeben, daß die phänomenalistische Lehre jenen entgegenkommt, die eine mehr registrierende als konstruktive Tätigkeit in der Physik verfolgen. Mancher, der imstande ist, bestimmte, wenn auch sehr spezielle Phänomene reinlich zu beschreiben, mag sich durch diese Lehre erhaben dünken über den phantasievollen schöpferischen Geist, dessen Gebäude ja doch nur Hirngespinste sind und „dürre Blätter". Ich glaube aber nicht, daß bei so veranlagten Naturen die Machsche Philosophie die Phantasie gelähmt hat, sondern daß eine von Natur lahme Phantasie sich die Machschen Lehren zu einem verhüllenden Prunkgewande zurechtschneidert. Es mögen vielleicht solche Erfahrungen sein, die *Planck* veranlaßt haben, am Schlusse seines schon zitierten Vortrages den Verkündern der phänomenalistischen Lehren die biblischen Worte entgegenzuschleudern: „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen."

Über dieses Kriterium von den Früchten werde ich noch eingehender zu sprechen haben und will zunächst nur ein an dasselbe biblische Gleichnis anknüpfendes Wort von *P. Duhem*[2]) über den Wert und Unwert physikalischer Theorien anführen. Dieser im vorigen Jahre verstorbene bedeutendste Vertreter der Machschen Ideenrichtung in Frankreich sagt: „Nach der Frucht beurteilt man den Baum; der Baum der Wissenschaft wächst außerordentlich langsam; Jahrhunderte verlaufen, ehe man reife Früchte pflücken kann; heute ist es uns noch kaum möglich, den Kern jener Lehren herauszuschälen und abzuschätzen, die im XVII. Jahrhundert blühten. Derjenige, der säet, kann daher nicht beurteilen, was das Korn wert ist, er muß in die Fruchtbarkeit der Saat Vertrauen setzen, damit er unermüdlich, ohne Ermattung der erwählten Furche folgen kann, wenn er seine Ideen den vier Winden des Himmels hinwirft."

Diese Bemerkung des größten und genauesten Kenners der Geschichte der Physik antwortet vielleicht auch schon auf die von *Planck*[1]) ausgesprochene Meinung, „daß schon unser gegenwärtiges Weltbild, obwohl es je nach der Individualität des Forschers noch in den verschiedensten Farben schillert, dennoch gewisse Züge enthält, welche durch keine Revolution, weder in der Natur noch im menschlichen Geiste, je mehr verwischt werden können." Diese bleibenden Züge kommen nach *Mach* eben daher, daß alle möglichen Theorien denselben Zusammenhang zwischen den Phänomenen wiedergeben müssen; das verbürgt schon eine gewisse Konstanz. Die bekannten Verknüpfungen zwischen den Erscheinungen stellen ein Netz dar; die Theorie sucht durch die Knoten und Fäden dieses Netzes eine stetige Fläche zu legen. Die Fläche ist natürlich durch das Netz um so mehr bestimmt, je engmaschiger das Netz wird, so daß bei fortschreitender Erfahrung die Fläche immer kleineren Spielraum bekommt, ohne doch je durch das Netz eindeutig bestimmt zu werden.

Da die Machschen Grundsätze in der Physik zu nichts Gutem führen, ist es nach *Planck* und *Study* für die Physik ein Glück, daß sie von ihren Anhängern nie durchgeführt werden, wenn das auch für die Grundsätze selbst ein betrübendes Zeichen ist. So sagt *Study*[2]) vom Positivismus, wie er die Machsche Lehre nennt: „Wir halten dieses Prinzip für eine vollkommene Utopie. Seine ganze Existenzmöglichkeit beruht darauf, daß es von seinen eigenen Bekennern auf jedem Schritt verleugnet wird. Noch nie ist überhaupt ein ernsthafter Versuch zu seiner Durchführung gemacht worden." „Wir[3]) haben es mit einer prinzipiellen Frage zu tun und müssen daher unterscheiden zwischen der Theorie des Positivismus und der Praxis der zu ihrem Glück durchweg inkonsequenten Positivisten." Ähnlich sagt *Planck*[4]): „Wir gelangen dann zu einer mehr realistischen Ausdrucksweise, .... die ja auch tatsächlich von den Physikern stets angewendet wird, wenn sie in der Sprache *ihrer* Wissenschaft reden."

Und mit beißendem Spott sagt *Study*[5]): „In zahlreichen Fällen werden so die beim offiziellen Empfang schnöde verleugneten Hypothesen (warum nicht auch die Atomistik?) unter anderen Namen und durch eine eigens dazu angebrachte

---

[1]) *J. Cl. Maxwell*, Über *Faradays* Kraftlinien, herausgegeben von *L. Boltzmann* in Ostwalds Klassikern der ex. Wiss. Nr. 69.

[2]) *P. Duhem*, Die Wandlungen der Mechanik, Deutsch von *Ph. Frank* und *E. Stiasny*, Leipzig, 1912.

[1]) l. c. Seite 35.
[2]) l. c. Seite 36.
[3]) *Study* l. c. Seite 41.
[4]) l. c. Seite 37.
[5]) l. c. Seite 37.

Hinterpforte doch noch in das Heiligtum der Wissenschaft eingelassen. Solcher Namen und entsprechender Motivierungen gibt es nicht wenige. Ziemlich mühelos hat der Verfasser ihrer ein volles Dutzend zusammengebracht: Vollständigste und einfachste Beschreibung (*Kirchhoff*) .... Subjektive Forschungsmittel, Forderung der Denkbarkeit der Tatsachen, Einschränkung der Möglichkeiten, Einschränkung der Erwartung, Ergebnis der analytischen Untersuchung, Ökonomie des Denkens, biologischer Vorteil (diese alle bei *E. Mach*)."

Ebenso spöttisch bemerkt *Planck*[1]): „Es würde mich gar nicht wundern, wenn ein Mitglied der Machschen Schule eines Tages mit der großen Entdeckung herauskäme, daß .... die Realität der Atome gerade eine Forderung der wissenschaftlichen Ökonomie ist."

Auch andere Autoren weisen auf den klaffenden Gegensatz hin, der bei den Verehrern *Machs* zwischen Theorie und Praxis besteht. Es wird eine eigene Theorie vom Wesen der physikalischen Theorien aufgestellt, und sobald die Physik wirklich beginnt, benimmt sich der Positivist meist wie jeder andere Physiker. Ein Anhänger *Machs* ist fähig zu proklamieren, die Physik habe sich nur mit der Verknüpfung der Sinnesempfindungen zu beschäftigen, und der Verkünder dieser Lehre redet als Physiker genau so wie ein anderer von Materie und Energie, ja auch von Atomen und Elektronen.

Ich glaube nun, daß gerade dieser anscheinend so handgreifliche Widersinn zum Verständnis des bleibenden Kernes der Machschen Lehre führen kann. Hören wir noch einmal *Study*[2]): „Die ganze Situation erinnert auffallend an den Vorschlag *Kroneckers*, die Irrationalzahlen abzuschaffen und die Mathematik auf Aussagen über ganze Zahlen zu reduzieren; auch in diesem Fall ist es bei dem Programm geblieben, und aus demselben guten Grunde." Die Analogie ist, wie ich glaube, sehr zutreffend. Nur möchte ich ihr eine andere Deutung geben als *Study*. Es ist selbstverständlich zwecklos, alle Sätze der Mathematik wirklich als Sätze über ganze Zahlen auszusprechen. Aber prinzipiell ist es doch ungemein aufklärend, wenn man weiß, daß alle Sätze über Irrationalzahlen und daher auch alle Sätze über Grenzwerte als Sätze über *ganze* Zahlen ausgesprochen werden *können*. Wenn diese Möglichkeit einmal konstatiert ist, kann sich die ganze Analysis ruhig wie gewöhnlich abwickeln. Aber es kann nicht mehr geschehen, daß, sobald etwa ein Satz über Differentialquotienten aufgestellt ist, jemand an ihm herumzudeuteln beginnt, indem er untersucht, ob denn dieser Satz mit dem „Wesen" des Differentials im Einklang ist und tiefsinnig-skeptische Betrachtungen über dieses „Wesen" anstellt. Man sagt ihm dann einfach: Ich könnte diesen Satz, wenn ich mir genug Zeit nehme, als Satz über ganze Zahlen aussprechen und das Wesen dieses Satzes ist nicht mehr und nicht weniger geheimnisvoll als das der natürlichen Zahlen.

Ganz ähnlich steht es mit der physikalischen Erkenntnistheorie *Machs*. Es kommt nicht darauf an, wirklich alle physikalischen Sätze als Sätze über die Verknüpfung von Sinnesempfindungen auszusprechen; aber es ist wichtig festzustellen, daß nur solche Sätze einen realen Sinn haben, die im Prinzip als Sätze über den Zusammenhang unserer Sinnesempfindungen ausgesprochen werden *können*. Den Satz von der Erhaltung der Energie oder den Satz von der Verteilung der Energie über alle Freiheitsgrade als Sätze über Verknüpfung von Sinnesempfindungen auszusprechen, ist ebenso umständlich, aber auch ebenso überflüssig, wie etwa den Satz, daß der Differentialquotient des Sinus der Kosinus ist, als Satz über ganze Zahlen auszudrücken, obwohl beides sicher im Prinzip möglich ist.

Für den inneren Betrieb der Physik ist es natürlich in den meisten Fällen ziemlich gleichgültig, ob man auf dem Machschen Standpunkt steht oder nicht. Ebenso wird man auch in *Kroneckers* Vorlesungen über Integralrechnung nichts finden, was von der Darstellung anderer Mathematiker wesentlich abweicht.

Worin besteht also dann der Wert der Machschen Lehren für die Physik?

Da ist nun meine Ansicht die, daß ihr Hauptwert gar nicht darin besteht, daß sie dem Physiker bei seinen physikalischen Arbeiten vorwärtshelfen, sondern daß sie ein Mittel bilden, das Gebäude der Physik gegen von außen kommende Angriffe zu verteidigen.

Wer unbefangen die Begriffe prüft, die heute die Grundlagen des Hypothesensystems der Physik bilden, wird kaum ernstlich behaupten können, daß das Atom, das Elektron oder gar das Wirkungsquantum wirklich befriedigende letzte Bausteine bilden. Jeder ein wenig zu logischer Gründlichkeit neigende Denker wird Unklarheiten in diesen Begriffen aufdecken können. In diese Unklarheiten kann nun die bohrende Skepsis eindringen und das ganze Lehrgebäude der Physik als Grundlage unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes zu erschüttern suchen. Da setzt nun *Mach* ein und sagt: Alle diese Begriffe sind nur Hilfsbegriffe. Das Bleibende ist der Zusammenhang der Phänomene. Die Atome, Elektronen und Quanten sind nur Zwischenglieder, um ein zusammenhängendes Lehrgebäude herzustellen; sie ermöglichen es, das unermeßliche System der verknüpften Phänomene logisch aus wenigen abstrakten Sätzen herzuleiten. Aber diese abstrakten Sätze sind dann nichts als die Hilfsmittel zur ökonomischen Darstellung, nicht die erkenntnistheoretische Grundlage. Die Realität der Physik wird also durch die Kritik an den Hilfsbegriffen

[1]) *M. Planck*, Zur Machschen Theorie der physikalischen Erkenntnis, Vierteljahrsschr. für wissensch. Philosophie, Bd. *34*, S. 497 (1911).

[2]) *Study* l. c. S. 39.

niemals erschüttert. Die Arbeit *Machs* ist also nicht, wie es oft dargestellt wird, eine wesentlich destruktive; der Positivismus ist nicht, was ihn *Study* nennt, ein „Negativismus", sondern im Gegenteil der Versuch, der Physik eine unangreifbare Position zu verschaffen. Das erkennt eigentlich auch *Planck* an, wenn er sagt[1]: „Ihm (dem Machschen Positivismus) gebührt in vollem Maße das Verdienst, angesichts der drohenden Skepsis den einzig legitimen Ausgangspunkt aller Naturforschung in den Sinnesempfindungen wiedergefunden zu haben."

Daß *Planck* die Machsche Auffassung so scharf verurteilt, scheint mir daher zu kommen, daß er sie nur vom intern-physikalischen Standpunkt betrachtet.

Man muß allerdings sagen, daß auch von diesem Standpunkte aus gesehen die phänomenalistische Auffassung schon einiges geleistet hat und vielleicht noch einiges zu leisten imstande ist. In den Grenzgebieten der Physik, wo allgemeine Begriffe wie Zeit, Raum und Bewegung hineinspielen, ist es nicht mehr ganz gleichgültig, welche erkenntnistheoretische Stellung man einnimmt. Es ist ja heute allgemein bekannt, daß die Einsteinsche allgemeine Relativitäts- und Gravitationstheorie ganz unmittelbar aus der positivistischen Raum- und Bewegungslehre erwachsen ist, was *Einstein*[2]) selbst in seinem Nachruf auf *Mach* eingehend dargelegt hat.

Im großen und ganzen aber will ich *Planck* und *Study* gerne zugeben, daß der Positivismus für die Erledigung von Einzelfragen der Physik selbst nicht viel leistet, woraus aber seine allgemeine Wertlosigkeit noch nicht folgt. Die „Früchte" der Machschen Lehre sind eben nicht rein physikalische. Wenn man bedenkt, wie in den letzten Jahren versucht worden ist, die Kritik an den physikalischen Grundbegriffen zu einer Bankerotterklärung der naturwissenschaftlichen Weltanschauung überhaupt auszunützen, so wird man das Bestreben *Machs*, die Physik unabhängig von jeder metaphysischen Ansicht zu machen, als wertvoll einschätzen müssen.

*H. Poincaré*[3]) sagt: „Beim ersten Blick scheint es uns, daß die Theorien nur einen Tag dauern, und daß sich Ruinen auf Ruinen häufen . . . . Wenn man aber genauer zusieht, so erkennt man, daß das, was verfällt, solche Theorien sind, die beanspruchen, uns zu lehren, was die Dinge *sind.* Aber es gibt etwas in ihnen, was fortbesteht. Wenn eine von ihnen uns eine wahre *Beziehung* enthüllt hat, so ist diese *Beziehung* endgültig gewonnen, und man findet sie unter einer neuen Hülle in den anderen Theorien wieder, die in der Folge an ihrer Stelle herrschen werden." Und in ganz entschiedener Weise betont der französische Philosoph *Abel Rey*[1]) die Wichtigkeit der Rettung des physikalischen Ideengebäudes für das gesamte geistige Leben. Er sagt:

„Wenn diese Wissenschaften, welche in der Geschichte wesentlich emanzipatorisch gewirkt haben, in einer Krise untergehen, die ihnen nur die Bedeutung technisch nützlicher Sammlungen läßt, ihnen aber jeden Wert in Beziehung auf die Naturerkenntnis benimmt, so muß dies in der logischen Kunst einen völligen Umsturz bewirken. Die Emanzipation des Geistes, wie wir sie der Physik verdanken, ist ein höchst verderblicher Irrtum. Man muß einen anderen Weg einschlagen und einer subjektiven Intuition, einem mystischen Wirklichkeitssinn, kurz dem Mysterium alles zurückerstatten, was man ihm entrissen zu haben glaubte. Wenn es sich im Gegenteil zeigt, daß nichts dazu berechtigt, diese Krisis als notwendig und unheilbar anzusehen, dann bleibt die rationale und positive Methode die oberste Erzieherin des menschlichen Geistes."

Hier ist sehr deutlich auseinandergesetzt, welche Gefahren eine Physik für die ganze Weltanschauung bedeuten würde, die keine anderen erkenntnistheoretischen Fundamente hätte als jene der Kritik so ausgesetzten Hilfsbegriffe.

Wer noch daran zweifelt, daß *Mach* selbst den eigentlichen Wert seiner Theorien darin gesehen hat, daß sie es gestatten, eine möglichst widerspruchsfreie Verbindung zwischen der Physik einerseits und der Physiologie und Psychologie andererseits herzustellen, braucht nur die allgemeinen Abschnitte der „Analyse der Empfindungen" zu lesen. Hier wird immer wieder betont, daß man sich bemühen müsse, die Physik mit solchen Begriffen zu bearbeiten, die man nicht beim Übergang zu einem Nachbargebiet sofort wieder aufgeben muß.

Aus diesem Streben *Machs*, nur Begriffe zu verwenden, die auch außerhalb der Physik ihre Brauchbarkeit nicht verlieren, ist seine Stellung gegen die Atomistik zu verstehen, die ihm von vielen Physikern besonders übel genommen wird. Die Atomistik führt ja, auf physiologisch-psychologische Probleme angewendet, leicht in eine Sackgasse. Es tauchen Fragen auf wie: Wieso kann ein Gehirnatom denken?, Wieso kann ein Atom Grün empfinden, da es doch eigentlich selbst wieder nur ein Miniaturbild eines makroskopischen, aus Empfindungen zusammengesetzten Körpers ist?

Ich will aber durchaus nicht leugnen, daß *Mach* sich dadurch auch verleiten ließ, die Anwendung der Atomistik in der Physik schärfer zu bekämpfen, als sich rechtfertigen läßt. Denn der Nutzen der Atomtheorien auf diesem beschränkten Gebiet ist wohl unbestreitbar. Seine Anhänger haben nun, wie das schon zu gehen pflegt, oft in dieser Schwäche des Meisters seine Hauptstärke gesehen

[1]) Einheit des physikal. Weltbildes, S. 34.

[2]) Physikalische Zeitschrift, Bd. *17*, 1916.

[3]) *H. Poincaré*, Der Wert der Wissenschaft, deutsch von *E.* und *H. Weber*, 2. Aufl., Leipzig, 1910, S. 202.

[1]) *Abel Rey*, Die Theorie der Physik bei den modernen Physikern, deutsch von *Rudolf Eisler*, Leipzig, 1908, S. 18 f.

und die Atome aus der Physik ganz verbannen wollen. Ich glaube, daß man den Kern der Machschen Lehre von dieser mehr historisch und individuell bedingten Abneigung gegen die Atomistik ganz loslösen kann. Die Atome sind eben Hilfsbegriffe wie andere, die in einem begrenzten Kreise mit Vorteil angewendet werden können. Als erkenntnistheoretische Grundlage eignen sie sich nicht. Hat man sich einmal diese Ansicht gebildet, so ist man in der Anwendung der Atome, wo sie zulässig ist, um so freier. Ich glaube, daß gegen den so herausgeschälten Kern auch *Planck* nicht mehr so viel einwenden würde. Es ist dann auch gar nicht mehr so sonderbar, wenn man die Atome, wenn auch nicht deren Realität, für eine Forderung der Ökonomie erklärt. Sie können das einfachste Mittel zur Darstellung der physikalischen Gesetze sein, ohne sich darum zur erkenntnistheoretischen Grundlegung zu eignen.

Im allgemeinen wird also der Phänomenalismus den Physiker in seinem Fach weder besonders fördern noch hindern. So hat *Maxwell*, der wohl rein positivistisch dachte, die grundlegenden Arbeiten über die Molekulartheorie der Gase geschrieben. Eine Gefahr wird die phänomenalistische Auffassung nur dort, wo die Forderung der Ökonomie nicht mit gleicher Intensität erfaßt wird. Das geschichtlich bemerkenswerteste Beispiel dafür ist wohl *Goethes* Farbenlehre. Man darf allerdings, wenn man eine so starke Individualität beurteilen will, nicht vergessen, daß, wie *A. Stöhr*[1]) sehr richtig hervorhebt, die Forderung der Ökonomie je nach der Individualität etwas ganz anderes bedeutet. Für den einen bedeutet sie ein Minimum an Hypothesen, für den anderen etwa ein Minimum an Energiearten. Das erstere gilt für den extremen Phänomenalisten *Goethe*, das letztere für den reinen Mechanisten. Es ist vielleicht noch lehrreich, als Gegenstück hierzu an einen theoretischen Physiker zu erinnern, der als unmittelbarer Schüler *Machs* es versucht hat, wirklich ein Gebäude der Physik und Chemie zu errichten, in dem keinerlei hypothetische Korpuskeln, seien es Atome oder Elektronen, auftreten, und das doch alle bis heute bekannten Phänomene umfaßt. Man kann nicht leugnen, daß *Gustav Jaumann* in zahlreichen Arbeiten[2]) mit starker konstruktiver Kraft diese Aufgabe unternommen hat. Ich glaube aber nicht, daß das Ergebnis wirklich im Geiste der Machschen Lehre ausgefallen ist. Es entspricht wohl der äußerlichen Forderung, daß alle Atomistik wegbleiben soll, aber der Forderung der Ökonomie entspricht es kaum. Es wird eine große Zahl von Konstanten verwendet, über welche die Theorie gar nichts aussagt. Das Jaumannsche System ermöglicht uns also nur in sehr eingeschränktem Maße, die Phänomene aus einer kleinen Zahl von Hypothesen auch dem numerischen Werte nach abzuleiten. Für die Unabhängigkeit der physikalischen Forschung von der erkenntnistheoretischen Grundlage kann man wohl auch noch anführen, daß der energischste Versuch zur Widerlegung der korpuskularen Theorie der Elektrizität, der von *F. Ehrenhaft*, keinerlei Zusammenhang mit philosophischen Lehrmeinungen irgendwelcher Art besitzt.

Ich glaube nun, meine Ansicht über die Bedeutung *Machs* einigermaßen klar gemacht zu haben. Um aber seine Stellung im Geistesleben unserer Zeit völlig zu übersehen, müssen wir einen noch mehr abseits gelegenen Standpunkt aufsuchen, um einen besseren Überblick zu gewinnen.

Wenn wir das bedeutendste Werk *Machs*, seine Mechanik, lesen, so werden wir finden, daß er uns in keinem Abschnitt einen so tiefen Einblick in seine innersten Gedanken und geistigen Neigungen tun läßt, wie in dem wundervollen Kapitel über „theologische, animistische und mystische Gesichtspunkte in der Mechanik“. Es weht ein Wind von erfrischender Kühle aus diesen Sätzen. Was sonst meist mit leidenschaftlichem Poltern, oft mit leiser Ankündigung einer kleinen Ketzerverbrennung für den Gegner, behandelt wird, sehen wir hier in echt wissenschaftlichem Geiste durchgesprochen. Und doch zittert durch das Ganze ein Unterton von verhaltener Erregung. Es tritt einem jener von der eigenen Nüchternheit trunkene Zustand entgegen, den man dem Zeitalter der Aufklärung nachgesagt hat. Und *Mach* erblickt auch wirklich in diesem Zeitalter seine geistige Heimat. In dem genannten Kapitel heißt es: „Erst in der Literatur des 18. Jahrhunderts scheint die Aufklärung einen breiteren Boden zu gewinnen. Humanistische, philosophische, historische und Naturwissenschaften berühren sich da und ermutigen sich gegenseitig zu freierem Denken. Jeder, der diesen Aufschwung und diese Befreiung auch nur zum Teil durch die Literatur miterlebt hat, wird lebenslänglich *ein elegisches Heimweh empfinden nach dem 18. Jahrhundert.*“

Die persönlichen Bekannten *Machs* wissen auch, daß er ein eifriger Bewunderer und Leser der Schriften *Voltaires* gewesen ist und von einem seiner ehemaligen Assistenten[1]) wurde mir mitgeteilt, daß *Mach* die Angriffe *Lessings* gegen *Voltaire* auf das entschiedenste mißbilligt hat. Es ist ja auch bekannt, daß der Mann, von dem *Mach* erzählt, daß er lange Zeit der einzige war, mit dem er, ohne Anstoß zu erregen, von seinen physikalisch-erkenntnistheoretischen Ansichten sprechen konnte, daß *Josef Popper* ein ganzes Buch geschrieben hat, das der Verteidigung, ja der Verherrlichung *Voltaires* gewidmet ist.

[1]) *A. Stöhr*, Philosophie der unbelebten Materie, Leipzig, 1907, S. 16 ff.

[2]) *G. Jaumann*, Geschlossenes System physikalischer und chemischer Differentialgesetze, Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse, Abt. IIa (1911), und viele andere Arbeiten in denselben Berichten.

[1]) Prof. Dr. *Georg Pick*.

Ich glaube nun, daß *Mach* bei dieser Vorliebe von einer sehr richtigen Selbsteinschätzung geleitet war, und daß man die Rolle, die *Mach* als Philosoph im geistigen Leben der Gegenwart spielt, nur richtig verstehen kann, wenn man seine Lehren auffaßt als die unserem Zeitalter angemessene Aufklärungsphilosophie.

Da diese Auffassung leicht Mißverständnissen ausgesetzt ist, muß ich sie noch näher begründen und ausführen. Zunächst hat das Wort Aufklärung eine so üble Nebenbedeutung bekommen, daß vielleicht mancher in dieser Bezeichnung sogar eine Herabwürdigung *Machs* sehen wird. Wir müssen uns daher etwas über das Wesen der Aufklärung und die Gründe ihrer späteren Mißachtung klar zu werden suchen.

Die erste Periode der Aufklärung in der Neuzeit beginnt mit dem Sturze des ptolemäischen Weltsystems. *Copernicus* sucht noch sein System mit den Begriffen der aristotelisch-scholastischen Philosophie darzustellen. Wenn wir aber den Dialog *Galileis* über die beiden Weltsysteme aufschlagen, klingt uns ein ganz anderer Ton entgegen. Es werden die Grundbegriffe der aristotelischen Physik hergenommen und zerfasert. Bei *Aristoteles* und seiner Schule wurden Begriffe wie leicht und schwer, oben und unten, natürliche und gewaltsame Bewegung, die nur für einen ganz beschränkten Erfahrungsbereich brauchbar waren, zu Grundlagen der ganzen theoretischen Naturlehre gemacht. *Galilei* zeigt nun, daß es gerade dieser Gebrauch von Begriffen über ihren natürlichen Geltungsbereich hinaus ins Ungemessene ist, der die Aristoteliker an der Anerkennung der modernen Physik hindert. Ich will damit nicht die aristotelische Physik herabsetzen, die für ihre Zeit eine ganz hervorragende Leistung war; es liegt mir nur daran, zu zeigen, daß das Aufklärende in *Galileis* Schriften gerade darin bestand, daß er dem Mißbrauch der Hilfsbegriffe eine Grenze zog. Und dieser Protest gegen den Mißbrauch von bloßen Hilfsbegriffen zu allgemein philosophischen Beweisen ist es, den ich für ein wesentliches Kennzeichen der Aufklärung überhaupt halte. Jede Epoche der Physik hat ihre Hilfsbegriffe und jede folgende mißbraucht sie; und in jeder braucht es daher einer neuen Aufklärung, um diesem Mißbrauch entgegenzutreten. Wenn *Newton* und seine Zeitgenossen den Begriff des absoluten Raumes und der absoluten Zeit zu Grundlagen der Mechanik machten, so konnten sie ein großes Gebiet damit treffend und widerspruchsfrei darstellen. Daraus folgt aber noch lange nicht, daß diese Begriffe auch eine erkenntnistheoretisch befriedigende Grundlage der Mechanik bilden. Wenn *Mach* die Grundlagen der Newtonschen Mechanik kritisiert und den absoluten Raum daraus zu entfernen sucht, ist er der direkte Fortsetzer der Wirksamkeit *Galileis*. Denn im absoluten Raum lebt noch ein Rest der aristotelischen Physik. Und wenn *Einstein* an *Mach* anknüpft und nun wirklich in seiner allgemeinen Relativitätstheorie ein Gebäude der Mechanik errichtet, in dem Raum und Zeit eigentlich gar nicht mehr vorkommen, sondern nur die Koinzidenz von Phänomenen, so ist damit die von *Mach* verlangte Elimination der nur in beschränktem Bereiche wertvollen Hilfsbegriffe Raum und Zeit nun wirklich vollzogen. Wir können so in *Einstein* den Ersten sehen, der eine völlig vom Aristotelismus freie Physik begründet hat.

Einen Kampf gegen den Mißbrauch von Hilfsbegriffen sehe ich auch im eigentlichen Zeitalter der Aufklärung. Wenn man von der politischen und sozialen Seite absieht, so wendet sich rein theoretisch betrachtet die Kritik dagegen, daß die theologischen Begriffe, die zur Bearbeitung gewisser seelischer Erlebnisse der Menschen gebildet worden waren, das ganze Mittelalter hindurch und auch noch im Anfange der Neuzeit zu Grundlagen jeder Wissenschaft gemacht wurden. Diese Begriffe mögen das Hoffen und Glauben ringender Menschenseelen noch so treffend wiedergeben, so sind sie doch nur auf dieses Gebiet beschränkte Hilfsbegriffe und nicht geeignet, die erkenntnistheoretischen Fundamente der Naturerkenntnis zu sein. Mit großer Energie drang damals diese kritische Anschauung durch und heute stehen selbst die meisten Theologen schon auf dem Standpunkt, daß die Bibel kein naturwissenschaftliches Lehrbuch ist, ja viele protestantische Theologen lehren noch weitergehend ganz im Sinne der Aufklärung, daß alle theologischen Wahrheiten nur Sätze über innere Erlebnisse sind.

Aber auch die Naturlehre der Aufklärung bedurfte zu ihrem Aufbau der Hilfsbegriffe. So begannen die Begriffe Materie und Atom eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Und sofort wurden auch diese Hilfsbegriffe auf alles in der Welt angewendet; es entstand der sogenannte Materialismus. Man vergaß, daß auch die Materie nur ein Hilfsbegriff war und begann sie für das Wesen der Welt zu halten. Bald setzte auch die Kritik dagegen ein, und während sonst die Kritik gegenüber dem Mißbrauch der Hilfsbegriffe nur dem wissenschaftlichen Fortschritt diente, hatte sie hier noch eine Nebenwirkung. Da die Gedanken des Aufklärungszeitalters vielfach den herrschenden äußeren Gewalten nicht angenehm waren, wurde die Kritik an den Mißbräuchen der Aufklärung benützt, um die Aufklärung selbst zu diskreditieren. Weil die Aufklärer selbst Hilfsbegriffe mißbrauchten, sagte man ihnen nach, daß ihr Protest gegen die theologische Weltanschauung unberechtigt war. Das ist natürlich logisch ganz unhaltbar, denn in Wirklichkeit war eben ihre Kritik nur nicht weit genug gegangen. Wie es aber schon zu gehen pflegt, finden sich immer viele Denker, die so organisiert sind, daß ihr eigenes Denken doch schließlich zu dem von den äußeren Mächten verlangten Ergebnis gelangt. Man suchte die Aufklärung durch Skepsis zu

widerlegen. Sehr treffend sagt *Nietzsche*[1]) über die Teilnahme einiger Philosophen an diesem Werke:

„Der Philosoph gegen den Rivalen, z. B. die Wissenschaft: da wird er Skeptiker; da behält er sich eine Form der Erkenntnis vor, die er dem wissenschaftlichen Menschen abstreitet; da geht er mit dem Priester Hand in Hand, um nicht den Verdacht des Atheismus, Materialismus zu erregen; er betrachtet einen Angriff auf sich als einen Angriff auf die Moral, die Tugend, die Religion, die Ordnung, — er weiß seine Gegner als ‚Verführer' und ‚Unterminierer' in Verruf zu bringen; da geht er mit der Macht Hand in Hand."

In Wirklichkeit wurde aber an der Aufklärung nur das widerlegt, was an ihr nicht Aufklärung war. Trotzdem hat durch das Gewicht der äußeren Umstände diese Herabsetzung der großen Leistungen des 18. Jahrhunderts großen Einfluß gewonnen. Es gibt vielleicht keinen unter uns, in dem nicht durch den Schulunterricht von Jugend auf ein Vorurteil gegen die Aufklärung steckt.

Ich gebe natürlich gerne zu, daß die großen Geister der Aufklärung, ein *Voltaire*, ein *d'Alembert* usw. von zahlreichen flachen Schriftstellern nachgeahmt wurden, die deren Kritik immer mehr verwässerten und bis zur unerträglichen Banalität breittraten, schließlich sogar nur mehr Mißbrauch mit den neuen Hilfsbegriffen trieben. Ich gebe auch gerne zu, daß diese Verflachung zum Wesen der Aufklärung gehört; wenn einmal der Mißbrauch der alten Hilfsbegriffe aufgedeckt ist, bleibt nicht mehr viel Originelles zu sagen übrig; die Versuchung zu öder Trivialität liegt sehr nahe, und die Zahl derer, die ihr zum Opfer fallen, ist groß. Alles das beweist natürlich gegen den Wert der Aufklärungsphilosophie selbst gar nichts.

Wenn man sich einmal von der üblichen Verketzerung freigemacht hat, wird man sagen: die Aufgabe unseres Zeitalters ist es nicht, die Aufklärung des 18. Jahrhunderts zu bekämpfen, sondern ihr Werk fortzusetzen. Seit dieser Zeit ist wieder so viel übertriebene Anwendung von in beschränktem Bereiche brauchbaren ganz neuen Hilfsbegriffen vorgefallen, daß es reichliche neue Arbeit gibt.

Und dieser Arbeit hat sich *Mach* gewidmet. Er bejaht die Aufklärung des 18. Jahrhunderts begeistert; das bedeutet aber nicht, daß er die Hilfsbegriffe des 18. Jahrhunderts wie der Materialismus zu vergöttern beginnt, sondern in ihm lebte der *Geist* jener großen Männer, es trieb ihn dazu, so wie jene die Hilfsbegriffe ihrer Zeit bekämpft hatten, selbst gegen die mißbrauchten Hilfsbegriffe seiner Zeit Protest zu erheben, wobei sich ergab, daß darunter gerade viele Lieblingsbegriffe der Aufklärung des 18. Jahrhunderts waren.

Das meine ich, wenn ich *Mach* den Vertreter der Aufklärungsphilosophie unseres Zeitalters nenne. Da seine Jugend noch in die Zeit des Materialismus fiel, ist es kein Wunder, daß so viele seiner Arbeiten der Bekämpfung der mechanistischen Physik und der Atomistik galten.

Wenn man diese Stellung *Machs* als Aufklärungsphilosoph festhält, wird man viele Züge seiner Lehre und viele ihrer Wirkungen leichter verstehen. Vor allem ihren stark suggestiven Einfluß, man möchte sagen ihre Virulenz, die trotz mancher geringschätziger Urteile von Fachphilosophen sich Beachtung erzwingt. *Study*[1]) nennt den Machschen Positivismus „eine noch völlig ungesättigte Existenz, eine Art von beutehungrigem philosophischen Raubtier." Wie bei den Philosophen der Aufklärung zeigt sich auch bei *Mach*, daß die Anhänger und Fortsetzer eine über das gewöhnliche Maß hinausgehende Tendenz zur Verflachung aufweisen. Auch auf *Plancks* Kriterium von den Früchten gibt uns diese Auffassung eine Antwort: die Früchte der Machschen Lehren sind nicht die Schriften seiner physikalischen und philosophischen Anhänger, sondern die durch ihn bewirkte Aufklärung der Geister, die ja auch *Planck* anerkennt.

Ich will mit alledem nicht etwa bestreiten, daß *Mach* auch noch in anderer Weise Bedeutung hat, aber seine Stellung im allgemeinen Geistesleben unserer Zeit scheint mir so am besten erfaßt werden zu können.

In dieser Auffassung bestärkt mich auch noch die ganz auffallende Übereinstimmung seiner Ansichten mit denen eines Denkers, für den er kaum große Sympathie gehabt haben dürfte, mit *Friedrich Nietzsche*. Auf diese Übereinstimmung hat wohl zuerst *Kleinpeter*[2]) hingewiesen und je mehr man sich besonders in die nachgelassenen Schriften *Nietzsches* vertieft, desto deutlicher tritt einem die Übereinstimmung gerade in den erkenntnistheoretischen Grundgedanken entgegen. Nun ist *Nietzsche* der andere große Aufklärungsphilosoph des ausgehenden 19. Jahrhunderts. Die Harmonie seiner erkenntnistheoretischen Anschauungen mit denen *Machs*, der doch einen ganz anderen Bildungsgang durchgemacht hat, ein ganz anderes Temperament und ganz andere ethische Ideale besaß, scheint mir ein gewisser Beleg dafür zu sein, daß solche Anschauungen sich den aufgeklärten Geistern jener Zeit aufgedrängt haben müssen.

Der große Sprachmeister *Nietzsche* hat nun diese Ideen außerordentlich kräftig und eindrucksvoll formuliert, so wenn er sagt[3]): „Ich sehe mit Erstaunen, daß die Wissenschaft sich heute resigniert, auf die scheinbare Welt

[1]) *Friedrich Nietzsche*, Nachgelassene Werke, Der Wille zur Macht, (Studien und Fragmente), Nr. 248 (aus *Nietzsches* Werken, Bd. *XV*, Leipzig, 1901).

[1]) *Study* l. c. S. 24.

[2]) *H. Kleinpeter*, Der Phänomenalismus, Leipzig, 1913.

[3]) *Nietzsche*, l. c. Nr. 289.

angewiesen zu sein: eine wahre Welt — sie mag sein, wie sie will — jedenfalls haben wir kein Organ der Erkenntnis für sie. Hier dürfte man schon fragen: mit welchem Organ der Erkenntnis setzt man auch diesen Gegensatz nur an?.... Damit, daß eine Welt, die unseren Organen zugänglich ist, auch als abhängig von diesen Organen verstanden wird, damit, daß wir eine Welt als subjektiv bedingt verstehen, damit ist *nicht* ausgedrückt, daß eine objektive Welt überhaupt möglich ist. Wer wehrt uns zu denken, daß die Subjektivität real, essentiell ist? Das ‚An sich' ist sogar eine widersinnige Konzeption: eine ‚Beschaffenheit an sich' ist Unsinn: wir haben den Begriff ‚Sein', ‚Ding' immer nur als Relationsbegriff.... Das Schlimme ist, daß mit dem alten Gegensatz ‚scheinbar' und ‚wahr' sich das korrelative Werturteil fortgepflanzt hat: ‚geringer an Wert' und ‚absolut wertvoll'..."

Und an einer anderen Stelle sagt *Nietzsche*[1]): „Daß die Dinge eine Beschaffenheit an sich haben, ganz abgesehen von der Interpretation und Subjektivität, ist eine ganz müßige Hypothese: es würde voraussetzen, daß das Interpretieren und Subjektsein nicht wesentlich sei, daß ein Ding aus allen Relationen losgelöst noch Ding sei."

Am prägnantesten spricht *Nietzsche*[2]) wohl die positivistische Weltauffassung in dem folgenden „zur Psychologie der Metaphysik" benannten Aphorismus aus, wo mit schneidender Schärfe die Anwendung sehr häufig mißbrauchter Begriffe bekämpft wird: „Diese Welt ist scheinbar: *folglich* gibt es eine wahre Welt; — diese Welt ist bedingt: *folglich* gibt es eine unbedingte Welt; — diese Welt ist widerspruchsvoll: *folglich* gibt es eine widerspruchslose Welt; — diese Welt ist werdend: *folglich* gibt es eine seiende Welt; — lauter falsche Schlüsse: (blindes Vertrauen in die Vernunft: wenn A ist, so muß auch sein Gegensatzbegriff B sein)."

Es ist nicht zu leugnen, daß in der Aufklärungsphilosophie ein tragischer Zug steckt. Sie zertrümmert die alten Begriffsgebäude, aber indem sie ein neues errichtet, legt sie schon den Grund zu einem neuen Mißbrauch. Denn es gibt keine Theorie ohne Hilfsbegriffe und jeder Hilfsbegriff wird notwendig mit der Zeit mißbraucht. Der Fortschritt der Wissenschaft spielt sich in ewigem Ringen ab; die schöpferischen Kräfte müssen mit Notwendigkeit auch verderbliche Keime schaffen und die Aufklärung zertrümmert in dem Bewußtsein, selbst zur Zertrümmerung bestimmt zu sein. Und doch ist es dieser rastlose Geist der Aufklärung, der die Wissenschaft vor Verknöcherung in einer neuen Scholastik schützt. Wenn die Physik eine Kirche werden soll, ruft *Mach* aus, so will ich lieber kein Physiker heißen. Und in

[1]) l. c. Nr. 291.
[2]) l. c. Nr. 287.

paradoxer Zuspitzung vertritt *Nietzsche*[1]) die Sache der Aufklärung gegen die selbstzufriedenen Besitzer einer dauernden Wahrheit: „Die Behauptung, daß die *Wahrheit da sei*, und daß es ein Ende habe mit der Unwissenheit und dem Irrtum, ist eine der größten Verführungen, die es gibt. Gesetzt, sie wird geglaubt, so ist damit der Wille zur Prüfung, Forschung, Vorsicht, Versuchung lahmgelegt: er kann selbst als frevelhaft, nämlich als Zweifel an der Wahrheit gelten.... Die ‚Wahrheit' ist folglich verhängnisvoller als der Irrtum und die Unwissenheit, weil sie die Kräfte unterbindet, mit denen an Aufklärung und Erkenntnis gearbeitet wird."

Von diesen Kräften aber war um die Jahrhundertwende *Mach* eine der gewaltigsten.

[1]) l. c. Nr. 252.

## Periodische Erscheinungen beim Blühen tropischer Gewächse.

*Prof. Dr. F. A. F. C. Went, Utrecht.*

Wenn im Frühling unsere Obstbäume mit ihren Blüten prangen, hat wohl mancher sich abgefragt, woher diese Pracht zu ganz bestimmter Zeit? Jedermann weiß ja, daß man die verschiedenen Bäume und Sträucher zu ihrer Zeit blühend finden kann, zuerst den Haselstrauch, später die Weiden, die Ulmen und so in ununterbrochener Folge, bis die Linden unter unsern einheimischen Bäumen die Reihe schließen. Die Lehre der Phänologie gründet ihre Rechte ja eben auf diese wohlbekannten Tatsachen. Es war auch selbstverständlich, daß man schon seit alten Zeiten diese fest bestimmte Blütezeit durch unser periodisch wechselndes Klima zu erklären suchte. Dabei wurde in erster Instanz an die Temperatur gedacht und es wurden selbst sogenannte Temperatursummen bestimmt, welche für das Aufblühen der verschiedenen Bäume charakteristisch sein würden.

Schon *Sachs* hat auf das Absurde dieser Bemühungen hingewiesen, und eigentlich verurteilt diese ganze Methode sich selbst, indem es sich herausgestellt hat, daß für das Aufblühen nicht die Temperatur allein bestimmend ist. Bekanntlich kann man ja allerlei Zweige, wenn man sie im Februar oder März ins Gewächshaus bringt, durch die höhere Temperatur zum Blühen bringen, während dies nicht gelingt, wenn man dieselbe Manipulation im November oder Dezember ausführt. Ebenfalls ist bekannt, daß man auf diese Ruheperiode Einfluß ausüben kann durch verschiedene Verfahren, z. B. durch Äther (*Johannsen*) oder durch warmes Wasser (*Molisch*) usw. Das Frühtreiben des Flieders beruht ja auf dieser Behandlungsweise.

Es fragte sich nun, ob die Periodizität des Blühens unserer Bäume ausschließlich erklärt werden konnte durch unser periodisches Klima.

Die Frage mußte aber allgemeiner gefaßt werden, indem nicht allein das Austreiben der Blütenknospen, sondern auch dasjenige der Blattknospen, der Blattfall, die Jahresringbildung, und überhaupt alles mögliche Periodische der Pflanze hinzugezogen wurde. Bekanntlich hat in den letzten Jahren besonders *Klebs* sich bemüht, zu zeigen, daß diese innere Periodizität den Pflanzen abgeht, daß alles Periodische, was bei Pflanzen beobachtet wird, ihre Erklärung finden kann in dem periodischen Wechsel der verschiedenen äußeren Bedingungen. Andere Forscher, wie *Simon* und *Volkens,* sind entgegengesetzter Meinung.

Dabei wird die Beweisführung oft derart gehalten, daß die Äquatorialgegenden beigezogen werden, und zwar teilweise wegen der Art des Verhaltens europäischer Bäume, welche in die Berge der Tropen verpflanzt wurden, und teils wegen des Verhaltens der tropischen Bäume selbst. Nun muß dazu bemerkt werden, daß man in sehr vielen tropischen Gegenden ebenfalls eine Periodizität im Klima beobachten kann, zwar nicht oder kaum was die Temperatur betrifft, aber gewöhnlich sehr deutlich im Betreff der Feuchtigkeitsverhältnisse; infolgedessen lassen sich oft eine Regenzeit und eine Trockenzeit unterscheiden. Selbst in Buitenzorg auf Java, wo wohl die meisten derartigen Beobachtungen gemacht wurden, ist dieser Unterschied sehr gut wahrnehmbar; es ist nicht ein ewigfeuchtes Klima, wie bisweilen behauptet wird. Und wenn man genauer hinsieht, so gibt es wohl kaum irgendein Klima auf Erden, welches wirklich so gleichmäßig ist, wie hinsichtlich derartiger Untersuchungen erwünscht wäre.

Nun gibt es aber Erscheinungen in den Tropen, welche zwar auffallend periodisch sind, aber in keiner Weise von dieser großen jährlichen Periode verursacht werden können, indem ihre Periode dazu viel zu kurz ist. Ich meine hiermit Erscheinungen, welche man bei gewissen tropischen Blüten beobachtet. Diese sieht man in einer bestimmten Gegend bei allen Individuen einer bestimmten Art fast gleichzeitig zutage treten; das trifft z. B. zu beim Kaffee, dessen schneeweiße Blüten auf einmal in einer Gegend sich öffnen, so daß eine ganze Plantage mit Blüten prangt, um dann bald wieder zu verschwinden. Es gibt auch eine andere Pflanze, wo diese ganze Erscheinung noch viel auffälliger ist. Nicht allein jeder Botaniker, der die malayische Inselwelt, speziell Java besucht, hat diese rätselhafte Pflanze gesehen, sondern auch Laien sind derart darauf aufmerksam geworden, daß die Pflanze von den europäischen Bewohnern dieser Gegend selbst einen Namen erhalten hat (auf holländisch „duifjes“, auf englisch in den Straits-Settlements „pigeon-Orchid“).

Es handelt sich um eine kleine epiphytische Orchidee, welche vielfach im Westen des malayischen Archipels auf den Baumzweigen sich angesiedelt hat, und welche zu bestimmten Zeiten kleine weiße Blüten hervorbringt, welche nur ein kurzes Bestehen haben; morgens früh blühen sie auf, am folgenden Tage sind sie schon abgewelkt. Das Merkwürdige ist nun die Koinzidenz des Blühens vieler Pflanzen in derselben Gegend. In Buitenzorg z. B. findet man an einem bestimmten Morgen auf einmal alle Bäume wie weiß beschneit durch die Blüten des „Dendrobium crumenatum“; diese verbreiten außerdem ein feines Aroma, was sich in der ganzen Gegend bemerklich macht; am folgenden Tage ist die ganze Pracht verschwunden. Dann dauert es Wochen, bis auf einmal wieder eine ähnliche Blütenmenge hervorbricht, und diese Erscheinung wiederholt sich öfters in einem Jahre. Von den Beobachtungen hierüber, welche zusammen mit Herrn Dr. *Rutgers* in Buitenzorg ausgeführt wurden, mag folgende Übersicht gegeben werden[1]).

Um eine nähere Einsicht in diese merkwürdige Erscheinung zu bekommen, war es erst einmal notwendig, genau zu beobachten, wo sich Blüten bildeten und an welchen Tagen dies geschah. Die Triebe dieser Orchidee sind an der Basis dünn, dann findet man einige verdickte Glieder, welche zusammen eine Stengelknolle bilden, und der obere Teil des Triebes ist wieder dünn; dort trifft man die grünen Blätter an, wovon der untere Teil den Stengel scheidenförmig umgibt, während die Scheiben senkrecht vom Stengel abstehen. Nach der Spitze des Stengels hin findet man endlich nur scheidenförmige Blätter, in deren Achseln die Blütenstände stehen. Die Achse dieser Blütenstände bleibt unentwickelt; infolgedessen stehen die Blüten gedrängt zusammen.

Das sieht man aber nur selten, indem sich an dem Blütenstand gewöhnlich nur eine einzige Blüte zu gleicher Zeit öffnet; viel weniger findet man zwei Blüten, noch viel seltener mehrere an einem Blütenstande. Es fragte sich nun, ob bei jeder Blüteperiode dieselben Blütenstände ihre Blüten öffneten, oder ob irgendeine Regelmäßigkeit hierin aufzufinden war. Es stellte sich heraus, daß sich hierfür überhaupt keine Regel aufstellen ließ. Das eine Mal sieht man an demselben Blütenstand zwei- oder dreimal hintereinander sich Blüten öffnen, das andere Mal nicht. Das gilt nicht allein für die einzelnen Blütenstände, sondern auch für die Triebe einer Pflanze, ja selbst für die ganzen Pflanzen. Es gibt

[1]) *M. Treub,* Quelques observations sur la végétation de l'île de Java. Comptes-Rendus des Séances de la Société de Botanique de Belgique. T. *XXVI.* 2e Partie 1887 p. 182.

*J. Massart,* Un botaniste en Malaisie. Bulletin de la Soc. Royale de Bot. de Belgique. T. *XXXIV.* 1895 1e partie p. 173. 174.

*F. A. F. C. Went,* Die Periodizität des Blühens von Dendrobium crumenatum Lindl. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. Supplément *II* (1898) p. 73—77.

*A. A. L. Rutgers* und *F. A. F. C. Went,* Periodische Erscheinungen bei den Blüten des Dendrobium crumenatum Lindl. Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. 2e Série, Vol. *XIV* (1915), p. 129—160.

Pflanzen, welche fast bei jeder Blüteperiode ihre Blüten entfalten, andere, welche es nur hin und wieder tun, noch andere, welche fast nie blühen. Jede mögliche Kombination kann hier angetroffen werden, und daraus geht jedenfalls schon soviel hervor, daß man nicht von einer Periodizität sprechen kann, welche der Pflanze mit Notwendigkeit innewohnt. Es hängt offenbar von allerlei anderen Umständen ab, ob sich Blüten entfalten werden oder nicht.

Wie steht es nun mit der Zeit zwischen zwei Blüteperioden? Läßt sich hierbei eine Regelmäßigkeit beobachten? Es wurde in Buitenzorg während mehrerer Jahre aufgezeichnet, wann sich Blüten entfalteten, daneben auch auf die mehr oder weniger reichliche Blütenbildung geachtet, teilweise sogar die Blüten an 135 Pflanzen gezählt. Es stellte sich nun heraus, daß die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Blüteperioden sehr verschieden sein kann. Als Minimum wurde verzeichnet 4 Tage, dann wurde bisweilen gefunden 10 Tage oder mehr, im Maximum 94 Tage. Es scheinen mehr Blüteperioden im regnerischen Westmonsun, weniger im trockenen Ostmonsun zu liegen; indessen war der Unterschied nicht groß, was vielleicht damit zusammenhängt, daß in Buitenzorg auch der Unterschied zwischen den beiden Monsunen nicht sehr ausgeprägt ist.

Wenn man die Zahl der blühenden Pflanzen und die Zahl der Blüten bei jeder Blüteperiode bestimmt, dann stellt sich heraus, daß diese außerordentlich stark wechseln; bisweilen findet man nur hin und wieder eine einzelne Blüte, an anderen Tagen prangt alles in schönster Blütenpracht. Von 78 Pflanzen blühten z. B. am 21. Januar 1912 63 Stück, am 29. September desselben Jahres deren 56; dagegen am 10. April und am 31. Dezember des nämlichen Jahres 8 resp. 4 Pflanzen. Die genannten 78 Pflanzen standen nicht alle an demselben Standort; einige waren mehr der Sonne ausgesetzt, andere standen mehr im Schatten. Es schien, als wenn die Zahl der Blüten durch den Standort bestimmt wurde; es war z. B. der 28. August ein günstiger Tag für die im Schatten sich entwickelnden Pflanzen, der 29. September dagegen für die Pflanzen an schattigem Standort. Das erhellt aus den folgenden Zahlen, welche die mittlere Blütenzahl angeben für diejenigen Pflanzen, welche Blüten zum Öffnen gebracht hatten, und zwar die erste Zahl für den 25. August, die zweite für den 29. September. Die Zahlen betrugen an sehr sonnigem Standort 7,7 und 20,2, an schattigem Standort 10,7 und 5,2, und an sehr schattigem Standort 7,7 und 2,2.

Um noch einmal einen Eindruck zu geben von der außerordentlich großen Verschiedenheit der Pflanzen und der Blüteperioden, lasse ich hier einige Zahlen folgen. In der ersten Spalte sind die Nummern der verschiedenen Pflanzen angegeben, in jeder Horizontalreihe findet man für jede betreffende Pflanze die Zahl der Blüten, welche sie resp. am 21. Januar, 10. April, 20. April, 9. Mai, 29. Mai, 25. August, 29. September und am 31. Dezember zum Öffnen gebracht hatte:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr. 1 | 30 | 0 | 0 | 35 | 10 | 12 | 20 | 0 |
| 2 | 20 | 0 | 10 | 12 | 10 | 0 | 30 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| 10 | 40 | 0 | 24 | 50 | 28 | 75 | 25 | 0 |
| 11 | 20 | 0 | 1 | 0 | 15 | 20 | 18 | 25 |
| 14 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 22 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| 23 | 7 | 4 | 8 | 2 | 11 | 5 | 11 | 0 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 35 | 1 | 1 |
| 29 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 20 | 3 | 0 | 10 | 0 | 40 | 7 | 1 |
| 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 | 3 |
| 66 | 8 | 1 | 6 | 2 | 36 | 40 | 12 | 0 |
| 77 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 7 | 0 | 0 |

Etwas ganz Ähnliches wurde beobachtet, als eine Anzahl Pflanzen nach Europa transportiert und hier in einem Gewächshaus des Utrechter botanischen Gartens weiter kultiviert wurden. Nur waren die Umstände hier offenbar weniger günstig; infolgedessen war die Zahl der blühenden Pflanzen viel geringer, und im Winter trat überhaupt kein Blühen auf. Zweitens kann jetzt schon bemerkt werden, daß die Blütetage nicht übereinstimmten mit denen in Buitenzorg; es wird noch näher darauf zurückzukommen sein.

Alles, was bis jetzt mitgeteilt wurde, macht es schon wahrscheinlich, daß die äußeren Umstände eine Rolle spielen bei dem Aufblühen des Dendrobium crumenatum. Um darüber weiter Sicherheit zu erlangen, wurde an verschiedenen Orten des Indischen Archipels eine Untersuchung angestellt, wann das Blühen dieser merkwürdigen Orchidee dort stattfand; verschiedene Beobachter haben dabei mitgewirkt, und es ergab sich bald, daß diese Tage an verschiedenen Orten nicht dieselben sind. Für die ersten Monate des Jahres 1913 wurden z. B. die hier folgenden Blütetage für die dabei angegebenen Orte mitgeteilt: Weltevreden (ein Vorort Batavias) 1. Januar, Medan (in Deli, an der Ostküste Sumatras) 9. Januar, Tandjong Pandan (auf der Insel Biliton) 14. Januar, Surakarta (in der Mitte Javas) 25. Januar, Weltevreden 29. Januar, Meester Cornelis (ein anderer Vorort Batavias) 3. Februar, Weltevreden 5. Februar, Klaten (in der Nähe Surakartas) 7. Februar, Wonosobo (ebenfalls in der Mitte Javas) 20. Februar, Meester Cornelis 3. März, Meester Cornelis 14. März, Weltevreden 14. März, Menes (in der Nähe Batavias) 14. März, Buitenzorg 24. März, Maos 26. März, Klampok 26. März und Bandjarnegara 26. März. Die drei letztgenannten Orte liegen alle im Flußtale des Serajuflusses im mittleren Teile Javas, und die Koinzidenz der Blütetage ist wohl mehr als ein Zufall, sondern eine Folge der gleichen klimatischen Verhältnisse; gleiches gilt sicherlich

auch für die Blütezeit von Meester Cornelis, Weltevreden und Menes am 14. März.

Jetzt wurden Pflanzen von anderen Orten nach Buitenzorg übergebracht und ihre Blütezeiten dort notiert. Es waren Pflanzen von Purbolinggo, Klaten, Wonosobo, Menes und Medan. Während diese das erste Mal bisweilen eine andere Blütezeit hatten wie diejenigen, welche in Buitenzorg heimisch waren, ließ sich bald kein Unterschied mehr auffinden. Umgekehrt war eine Dendrobiumpflanze von Buitenzorg nach Medan übergebracht; diese blühte dort am 9. Januar 1913, an demselben Tage wie die in Medan heimischen Dendrobien.

Ein ähnliches Verhalten ließ sich beobachten bei den Dendrobien, welche nach Utrecht übergebracht waren; dieselben hatten, wie schon erwähnt, dort andere Blütetage als in Buitenzorg. Aber außerdem stellte sich heraus, daß in zwei verschiedenen Gewächshäusern desselben Gartens, welche verschieden waren in betreff der Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse, die Blütezeiten bisweilen verschieden waren. Diese Beobachtung ist deshalb wichtig, weil es ja aus dem vorherigen zur Genüge hervorgeht, daß es die äußeren Umstände sind, welche das Öffnen der Knospen veranlassen, weil aber die Art dieser Umstände sich jetzt etwas genauer präzisieren läßt. In diesen beiden Gewächshäusern konnte nämlich nichts anderes verschieden sein, als die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit; die Beleuchtung war kaum verschieden.

Durch die Freundlichkeit der Herren Kollegen *Fitting* in Bonn, *Simon* in Göttingen und *Hans Winkler* in Hamburg wurden auch einige Daten erhalten über das Blühen der dortigen Pflanzen von Dendrobium crumenatum. Es waren naturgemäß nur ganz wenige Exemplare; infolgedessen ist die Zahl der Blütetage auch viel geringer wie in Utrecht. Gewöhnlich koinzidieren diese Tage nicht, dreimal wurde aber ein gleichzeitiges Blühen konstatiert, nämlich am 10./12. September 1913 und am 3./4. Mai 1915 in Hamburg und in Utrecht, am 10./12. Mai 1913 in Bonn, Hamburg und in Utrecht. Dieses Zusammentreffen kann man wohl kaum dem Zufall zuschreiben, es muß irgend eine Erklärung dafür gefunden werden. Ich komme gleich näher darauf zu sprechen, muß aber erst noch bemerken, daß ich hier Blütezeiten von mehr als einem Tag angegeben habe. Die Sache verhält sich nämlich derart, daß in europäischen Gewächshäusern nicht mehr so scharf die eintägige Blütezeit innegehalten wird wie in den Tropen. Nicht nur findet man oft bestimmte Pflanzen, welche einen Tag früher oder später blühen, wie die Mehrheit der übrigen, sondern man findet selbst hin und wieder an demselben Sproß einige Blüten an einem bestimmten Tage geöffnet, die übrigen am nächsten Tage, wenn die ersten schon abgewelkt sind.

Eine genauere Betrachtung belehrt uns alsbald, daß die Blüten auch in den Tropen in Wirklichkeit nicht alle zu gleicher Zeit aufblühen; einige öffnen sich während der Nacht, andere sehr früh morgens, noch andere etwas später. Je mehr die äußeren Umstände ungünstig sind, desto mehr wird diese Periode in die Länge gezogen. Dabei darf man es sich nicht derart vorstellen, als ob jede Blüte eine ganz bestimmte Zeit geöffnet bleibt. Zwar dauert auch hier die Blütezeit der meisten Blüten ungefähr gleich lange, man muß aber ausdrücklich sagen ungefähr; es kommen zahllose Abweichungen vom Mittel vor, welche offenbar ebenfalls teilweise durch die äußeren Umstände bedingt werden.

Alles, was bis jetzt behandelt wurde, läßt sich nun sehr gut erklären, wenn man annimmt, daß die Blütenknospen bei Dendrobium crumenatum sich entwickeln, bis sie ein verhältnismäßig weit vorgeschrittenes Stadium erreicht haben, und daß sie hierin verhalten, solange nicht eine ganz bestimmte Konstellation von günstigen äußeren Umständen sich auftut. Es liegt irgendeine Hemmung vor, welche gehoben werden muß, wenn die Knospe sich weiter entwickeln soll.

Welche Umstände das sind, kann vorläufig außer Betracht gelassen werden, weil man die ganze merkwürdige Erscheinung erklären kann, auch wenn man diese nicht kennt. Sobald ja diese Umstände sich auftun, werden alle Knospen, welche sich in einem bestimmten Stadium befinden, in einigen Tagen (in Utrecht etwa sechs) zum Öffnen gelangen. Es können das viele oder wenige Knospen sein, und dadurch erklärt sich die große Verschiedenheit in den Blüteperioden, ebenso wie der Unterschied zwischen den verschiedenen Pflanzen.

Wie erklärt sich nun aber das Zusammentreffen der Blütezeiten in Bonn, Hamburg und Utrecht? Ich lege mir das folgendermaßen zurecht. Während des Winters haben sich allmählich eine ganze Anzahl Knospen so weit entwickelt, daß, im Fall günstige Umstände sich vortun, eine ganze Menge Knospen sich öffnen werden. Wenn nun sonniges Wetter eintritt, wird die Sonne den Gewächshäusern auf einmal eine viel höhere Temperatur geben, als die gewöhnliche des Winters, welche nur der Heizung zu verdanken war. Wenn im Westen des Kontinents sonniges Wetter herrscht, wird diese Ursache in Bonn, Hamburg und in Utrecht in derselben Weise wirken. Das war nun eben bei den vorher genannten Frühjahrsperioden der Fall, wie die meteorologischen Daten bezeugen können. Das herbstliche Zusammentreffen vom 10./12. September 1913 in Hamburg und Utrecht vermag ich nicht zu erklären.

Es fragt sich jetzt, ob auch näher angegeben werden kann, welche äußeren Umstände das Öffnen der Knospen veranlassen. Eine sichere Antwort läßt sich bis jetzt nicht geben. Versuche, in dieser Richtung unternommen, haben kein Resultat geliefert. Eine genauere Betrachtung der

Umstände, welche den Blüteperioden in Utrecht und Buitenzorg vorangingen, ließ es wahrscheinlich erscheinen, daß in Utrecht die Temperatur eine Rolle spielt, wenn sie nicht ausschließlich für das Öffnen verantwortlich zu machen ist. In Buitenzorg scheint dagegen die Feuchtigkeit eine größere Rolle zu spielen, wenigstens in solchen Zeiten, wo eine längere Trockenperiode vorangegangen war. Es braucht nicht zu befremden, wenn das eine Mal der eine, das andere Mal der andere Umstand die Auslösung bewirkt; dasselbe findet man ja in allen Fällen, wo ein Lebensprozeß von mehreren äußeren Bedingungen bestimmt wird.

Es fragt sich nun noch, ob in der Organisation der Blütenknospen irgendeine Einrichtung gefunden wird, welche es erklärlich macht, daß die Knospen während einer gewissen Zeit ihrer Entwicklung eine Hemmung erfahren. Wenn man einen Blütenstand zergliedert, findet man, daß die Blüten, solange sie sich im Knospenzustande befinden, von geschlossenen Scheiden, welche äußerst schwer für Flüssigkeiten permeabel sind, eingehüllt werden; man kann diese Knospen einige Tage lang in Alkohol liegen haben, ohne daß derselbe durch die Knospenhüllen eingedrungen wäre. Wenn die Blütenknospen noch sehr jung sind, liegen sie, von Schleim eingehüllt, innerhalb dieser Hüllen; dieser Schleim vertrocknet später und die Knospen wachsen heran, bis sie die Hüllen ganz ausfüllen. Dann tritt eine Hemmung der Entwicklung ein, wobei dahingestellt sein mag, ob hier an eine mechanische Hemmung durch die Knospenhüllen gedacht werden muß. Wenn einmal diese letzten Hüllen durchbrochen sind, verläuft die weitere Entwicklung außerordentlich rasch, in den Gewächshäusern in Utrecht in etwa acht Tagen. Alle Teile der Blüte lagen schon fast fertig vor, es mußten nur noch die letzten Streckungsphasen durchlaufen werden, bis das Öffnen der Blüten stattfinden kann.

In gewisser Hinsicht ist die Erscheinung bei Dendrobium crumenatum nicht so grundverschieden von dem Verhalten anderer Orchideen. Dort findet ja gewöhnlich auch ein zeitliches Zusammentreffen des Blühens verschiedener Pflanzen statt, das aber nicht so augenfällig ist, weil die Blütezeit meistens länger dauert, oft Tage, selbst Wochen lang. Die eine Blüte öffnet sich dann wohl einen oder mehrere Tage vor der anderen. Denkt man sich diese ganze Erscheinung auf einen Tag zusammengedrängt, dann werden die Tage des letzten Satzes zu Stunden und wir haben das Verhalten des Dendrobium crumenatum. Es wurde oben ja schon bemerkt, daß die Koinzidenz der Blütezeiten weniger groß ist, wie es auf den ersten Blick scheint, wenn man darauf achtet, daß die Blüten sich allmählich im Laufe mehrerer Stunden öffnen, und daß diese Zeit sich verlängert, je ungünstiger die äußeren Umstände sind.

Wir können noch weiter gehen und konstatieren, daß zwischen dem Dendrobium crumenatum und den Winterknospen der Bäume der temperierten Zonen eine gewisse Übereinstimmung besteht; diese werden lange vor der Blüte angelegt, entfalten sich aber erst, wenn die äußeren Umstände dazu zwingen. Nur werden die letzten Entwicklungsphasen weniger rasch durchlaufen und infolgedessen besteht ein größerer Spielraum in der Entfaltungszeit.

Wenn wir hier zuletzt wieder angelangt sind bei der Besprechung der europäischen Frühlingsblüten, womit wir diesen Aufsatz anfingen, so mag dennoch gesagt werden, daß Generalisierung hier jedenfalls verfrüht ist; man verfügt auf diesem Gebiet noch über viel zu wenig gut konstatierte Tatsachen.

---

## Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).

*8. Die Karstlachen (Laghi, Lokven) im Roten Istrien, und die Malariagefahr.*

1. „Der *Karst* ist“, so setzt der Geologe *Lukas Waagen* auseinander, „jenes unwirtliche Gebirge, welches sich in der Gegend des Isonzolaufes aus den Südalpen entwickelt und mit ausgesprochenem SO-Streichen Oberkrain, Istrien, Dalmatien, Bosnien, die Herzegovina und Montenegro bis zum Skutarisee durchzieht und so die Adria an ihrer Ostseite begleitet. In ganz Europa wird man kaum einen Landstrich finden, welcher auf engem Raum Gegensätze schroffer einander gegenüberstellt als das genannte Gebirge, das, überwiegend aus kulturfeindlichen Kreide-, seltener Triaskalken aufgebaut, in Muldenzügen schmalere oder breitere Streifen von Sandstein und Mergel umschließt, welche das Auge nicht selten durch eine subtropische Vegetationsfülle erfreuen. — So steht der Karst nicht nur geographisch, sondern auch nach seiner Vegetation in der Mitte zwischen Mitteleuropa und den subtropischen Gebieten. Die Beziehungen zu jenem gehen aber noch weiter: Trockentäler sind im Karst etwas sehr Gewöhnliches, und in der regenlosen Hitzeperiode verwandeln sich weite Flächen zu Sommerwüsten, ja sogar die befruchtenden Nilüberschwemmungen haben ihr verkleinertes Abbild in den alljährlichen Frühjahrsüberflutungen der Poljen.“

„Mit dem Bilde des Karstes verbindet sich bei jedem, der dies Gebirge einmal gesehen, sofort der Begriff der Wasserlosigkeit. Soweit die Verbreitung der Kalke reicht, gibt es ja nur ausnahmsweise Flußgerinne an der Oberfläche, und in den Sandsteinzügen können sich naturgemäß, deren geringer räumlichen Verbreitung wegen, nur kleinere Wasserläufe entwickeln, die überdies in der mehrmonatigen Trockenperiode des Sommers vollständig verschwinden. Um so auffallender mag da die Tatsache berühren, daß gerade die Karstgebiete zu den niederschlagsreichsten Ländern gerechnet werden müssen. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt z. B. für ganz Rußland 400 mm, für Deutschland 600 mm und für Frankreich 800 mm. In Istrien wird dagegen schon an der Westküste eine jährliche Regenhöhe von 800 bis 1000 mm verzeichnet, die dann im Triester- und Tschitschenkarst bis 1800 mm ansteigt und im Mt. Maggiore sogar mehr als 3000 mm beträgt. Vielleicht der steinigste und unfruchtbarste Abschnitt des ganzen Karstes, die be-

rüchtigte Krivotschie nördlich von Cattaro, mit ihrer 4360 mm jährlichen Regenmenge, ist die an Niederschlägen reichste Gegend Europas. Diese Niederschläge erscheinen jedoch auf die verschiedenen Jahreszeiten recht ungleich verteilt; Sommer und Winter sind im allgemeinen trocken, wogegen Frühjahr und besonders Herbst ausgesprochene Regenzeiten sind. Dabei ist nicht so sehr die Anzahl der Regentage auffallend als die Wolkenbrüche, die in kürzester Zeit oft unglaubliche Regenmassen zur Erde fallen lassen. So fielen im Jahre 1901 einmal während 84 Minuten mehr als 70 mm und 1876 während eines Tages 154 mm, während 1898 in Fiume an einem Tage 234 mm und 1892 im Verlaufe von etwas mehr als 48 Stunden 515 mm Niederschlag gemessen wurde. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß die istrischen Flüsse alljährlich mehrmals Hochwasser führen, das in den letzten Jahren bei Quieto, Reka und Arsa gleichmäßig über 4 m stieg. Auch zahlreiche dem Karste eingesenkte Ebenen, die sog. Poljen, werden alljährlich überschwemmt und dadurch auch häufig ihre Fruchtbarkeit begründet, so daß sie hierin eine gewisse Ähnlichkeit mit den weiten Gefilden des Nils besitzen: bleibt in einem Jahre die Überschwemmung aus, so ist die Folge eine Mißernte."

2. In dem Antlitz der *Markgrafschaft Istrien* ist das Karstbild in drei deutlich gesonderten Zügen ausgeprägt: in dem aus nacktem, porösem Kalkstein gebildeten Hochkarstzuge, der von Doberdo herüberkommt und zum Monte Maggiore ansteigt, als *Weißes Istrien* (Istria bianca), in der fruchtbaren Sandsteinmulde, die breit zwischen Triest und Salvore anhebt und sich immer verschmälernd bis in die Gegend des Tschepitschsees erstreckt als *Graues Istrien* (Istria grigia), und in der pultartig geneigten und mit roter Verwitterungskrume überdeckten Kreidekalkplatte, die das ganze südliche Dreieck der Halbinsel ausmacht, als *Rotes Istrien* (Istria rossa). Jene gewaltigen Wassermengen, die im Jahreslaufe auf die Landschaft niederfallen, erscheinen jedoch nur in den Sandsteingebieten als Quellen und Flüsse wieder, im Hochkarst und im Roten Istrien versinken sie fast schon im Augenblick des Aufschlagens in dem klüftigen Gestein. Die wenigen Flußgerinne, die dennoch in die Kreidekalkgebiete einbrechen, fließen auf Alluvialboden dahin, oder ihre Wassermengen sind so groß, daß die Schlünde sie nicht fassen können. Welche Wege die verschluckten Wasser im Innern des Gebirges einschlagen, ist nicht mehr und nicht weniger dunkel als die Wege es sind, die die Lymphe im Wirbeltierkörper zieht. Im Hochkarst ahnen wir bereits wichtige Teile des Kanalnetzes in seinen Hohlräumen tief drunten, und auch im Roten Istrien steht es außer Frage, daß Karstgerinne in seinem Innern ab- und ansteigen, sich stauen und überstürzen, sich trennen und wiederfinden. An einigen wenigen Punkten in der Istria rossa ist es auch schon gelungen, durch Brunnenschächte an Wasseradern heranzukommen, der weitaus größte Teil aber des inneren Wasserreichtums scheint noch auf lange hinaus unerschließbar zu sein.

3. Die Art, wie sich der Karstner von alters her in solcher Not hilft, ist primitiv genug. Er schafft sich so viel Dachflächen als er vermag und leitet von dorther alle Regengüsse in *Zisternen* zusammen. Den Wasservorräten seiner Zisternen entnimmt der Bürger das ganze Jahr hindurch das Wasser, das er zum Trinken, Kochen und Waschen nötig hat, und von den Vorräten seiner Gehöftzisternen zehrt der Bauer zusamt seinem Vieh, besonders dann, wenn die Dürrezeit kommt, wo es draußen „nicht einmal mehr Wasser genug für eine Träne gibt", und stündlich die Gefahr wächst, daß ihm auch der letzte sorglich gehütete Tropfen dahinschwindet . . .

4. In der Feldflur gewinnt der Bauer auf eine noch weit simplere Weise das ihm so nötige Wasser. Dort kleidet er einfach eine natürliche Bodensenkung, die er etwa in einer Weggabelung oder am Rande der Campagna findet, mit Lehmschlag aus und sammelt darin alle die Wässerchen auf, die bei Regen aus den Wegen und von den Ackerflächen zusammenrinnen. Nicht selten entstehen solche Tümpel wohl auch von selbst, indem das von der Terrarossa einer Dolinensohle festgehaltene Grundwasser an einer nur mit dünner Erdkruste überdeckten Stelle zutage tritt. Mit solchen Tümpeln ist das Land weithin übersät. *Laghi* (Einzahl lago) nennt sie der Italiener, *Lokven* (Einzahl Lokva) der slawische Istrianer (Lusche würde der Schlesier sagen und sich mit dieser Wortbildung ebenfalls an lacus anlehnen). Es gibt Laghi von der Größe eines Tränkeimers und Lokven von dem Umfang von Hunderten von Geviertruten. Einige von den größeren verzeichnet die österreichische Spezialkarte (1 : 75 000). Es sind das Tümpel, deren Ränder mit Schilf und Binsen bestanden sind, in denen Laichkräuter, Froschlöffel, Nymphäen, Ruppien, Iris gedeihen, Schildkröten leben, Ringelnattern auf Frösche jagen und selbst Wasserhühner lärmen. Solche Tümpel haben oft bestimmte Namen. Die demnächst kleineren Lachen, die im Maßstab der Karte schon nicht mehr darstellbar sind, sind häufiger nur mit Algen durchwuchert und beherbergen oft die altertümlichen *Apus-* und *Branchipus*krebse oder sind mit *Daphnien-* und *Cyclops*schwärmen erfüllt. Sie und noch mehr die unübersehbaren Scharen der kleinen und kleinsten Tümpelchen, von deren Existenz nur der Eingeweihteste weiß, sind zugleich die Brutstätten der *Anopheles*mücken, der Überträger der Malariaerreger. Selten, man kann wohl sagen niemals ist das Wasser in diesen Karstlachen so klar, daß man den Grund sehen könnte, immer ist es von schwebenden Lehmteilchen gelb oder von Terrarossa rot gefärbt. „Mehrmals des Tags wird das Vieh dorthin zur Tränke getrieben und vermengt den aufgewühlten Schlamm mit seinen Exkrementen, und die gleichen Lokven liefern gleichzeitig den Umwohnern das Nutz-, Koch- und Trinkwasser!"

Das ist ein vernichtender Spruch, und man wird sich nicht wundern, wenn *Lukas Waagen* an einer anderen Stelle rät, man solle alle Lokven verschütten.

5. Womit soll dann aber der Bauer den notwendigsten Wasserbedarf bestreiten?

Zunächst steht es jedoch nicht durchaus und nicht überall so schlimm um die Verunreinigung des Wassers, und dann kann auch etwas dagegen getan werden.

Über den Wert einiger Wasserproben aus zwei Tümpeln in der Feldflur Val dei specieri von Rovigno hat der verstorbene Berliner Gerichtschemiker *Bischoff* geurteilt: für das Vieh unbedenklich verwendbar, für den Menschen, wenn nichts Besseres da ist, auch. Der eine der Tümpel liegt am Rande der Reichsstraße nach Vila, und der andere in der Gabelung eines Karrenwegs weiter drinnen im Felde. Beide sind in der Besiedlung mit Tieren und Pflanzen sowie in der Farbe des Wassers grundverschieden.

Von außen frisch nach Istrien verpflanztes Hornvieh muß sich erst an das Trinken aus den Laghi gewöhnen, nimmt dann aber das Wasser ohne weiteres und auch ohne Schaden an. Die Tiere wie die Menschen genießen von dem Wasser selbst dann, wenn seine Ober-

fläche gemäß den neuen gesetzlichen Bestimmungen zum Schutz gegen die Malariamücken mit Petroleum überschichtet ist. Sie blasen das Petroleum weg und trinken dann.

Dieses „Petrolisieren" tritt der Malariagefahr jedoch nur mit halber Kraft entgegen. Denn das Öl verschwindet in kürzester Zeit wieder von der Tümpeloberfläche. In den größeren Tümpeln schieben es die Winde hin und her oder werfen es ans Ufer, wo es in der Erde versinkt oder an der Sonne verdunstet, und in allen Tümpeln lagert sich sehr bald ein beträchtlicher Teil des Öls unten am Boden ab. Die mineralischen Bestandteile des Wassers, die feinen Schlammteilchen der roten Erde, hängen sich an die Fetttröpfchen, beschweren sie und reißen sie schließlich zu Boden, wo sie aufgeschichtet oder unter übergelagertem Schlamme begraben werden. Wieweit solche Öllager auf den Charakter der Lokven verändernd einwirken, entzieht sich noch der Kenntnis, gewiß ist indessen bereits das andere, daß das Öl nur *ganz kurze* Zeit gegen die Mückenlarven schützt[1]). Darum sollte das „Petrolisieren" der Tümpel eingestellt werden.

6. Zudem *gibt* es, so scheint mir, ein Mittel, das die Malariamückenlarven in den Lachen wirklich restlos bekämpft. Wenn man dem Lichte, den Winden und der Sonne den Zutritt zu den Tümpeln verwehrt und ferner achtgibt, daß am Grunde der Lachen kein Faulschlamm entstehen kann, so ist der Entwicklung der Anophelen — wie aller anderen Stechmücken — das Ende gesetzt. Das geschieht auf die einfachste Weise so, daß man die Lachen mit einem lockeren, wasserdurchlässigen Sande anfüllt. Als den dafür geeignetsten Sand empfehle ich den Muschelsand aus der Bucht von Medolino. Die Muschelsande der istrischen Westküste sind mit feinem Kies und Schlamm durchsetzt und darum zu dicht und zu schwer. Der Muschelsand von Medolino läßt das Wasser so leicht fahren, daß er schon in dem Augenblicke, wo man ihn mit der Hand heraushebt, nahezu trocken ist. Er erhöht allerdings beim Einfüllen den Wasserspiegel eines Gefäßes um ein Drittel und verlangt also eine geringe Vertiefung oder Verbreiterung der Lokva, wenn sie die gleiche Wassermenge halten soll wie früher. Er wirkt zu gleicher Zeit als Filter für die von den Straßen und Äckern zufließenden Regenwässer und *verbessert* damit das Wasser der Lokva.

Wie der Gedanke von Fall zu Fall auszugestalten ist, wie man die Lokven nach Bedarf vergrößern, vertiefen, mit Zement abdichten, mit Brunnenkrönung, mit Pumpwerk und Wassereimern zum Tränken des Viehes versehen kann, ist Sache technischer Erwägungen. Techniker haben mir versichert, daß die Idee brauchbar sei, Ärzte haben sie warm befürwortet und Hygieniker mir gesagt, daß sie auch für Ostfriesland verwertbar sei. Es ist daher meine volle Überzeugung, daß die Malaria in Istrien mit Aussicht auf durchschlagenden Erfolg *auf diese Weise* und vielleicht nur auf diese Weise bekämpft werden kann.

Bis dahin, wo die Zeit gekommen ist — aber sie ist noch fern und Hilfe tut not —, daß die Wasserbautechniker den istrischen Ortschaften die inneren Wasserreichtümer des Karstes erschlossen haben, wird die *Zisternen-Lokva* dem kleinen Bauern von großem Segen geworden sein. Denn außerdem, daß sie ihm billig und bequem ein sonst nutzlos verrinnendes Wasser zur Verfügung stellt, schützt sie ihn von Stund an gründlich vor Malaria und selbst Typhus.

[1]) Gewiß ist überdies auch das, daß nur ein ganz kleiner Teil aller Laghi den Malariatilgungskommissionen bekannt wird, und daher immer wieder Mücken aus Tausenden von verborgenen Winkeln hervorkommen müssen.

*Literatur.*

*Lukas Waagen* (Wien), Karsthydrographie und Wasserversorgung in Istrien. Zeitschrift für praktische Geologie, Juli 1910.

*Norbert Krebs*, Die Halbinsel Istrien. Landeskundliche Studie. Leipzig 1907.

*Otto N. Witt*, Narthekion. Nachdenkliche Betrachtungen eines Naturforschers. Neue Folge. Berlin 1904. Seite 161.

*C. Engler*, Die Entstehung des Erdöls. Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, *1.* Bd., Berlin und Wien 1910.

Rovigno, den 2. Dezember 1916.

*Dr. Thilo Krumbach.*

---

## Botanische Mitteilungen.

**Kreuzung oder Mutation die mutmaßliche Ursache der Polymorphie?** (*Lotsy, Zeitschr. f. indukt. Abstl. XIV*, 1915.) Die kritische Studie des Verfassers bringt nichts Neues, sondern sie berichtet nur zusammenfassend über die Bedenken, die schon von verschiedenen Seiten gegen die Mutationstheorie überhaupt und gegen die Interpretierungen, die *de Vries* seinen Versuchen gegeben hat, vorgebracht worden sind. *de Vries* stützt bekanntlich seine theoretischen Anschauungen im wesentlichen auf die Experimente mit Oenothera Lamarckiana. Beweiskraft könnte diesen Versuchen aber nur zukommen, wenn sichergestellt wäre, daß Oe. Lamarckiana wirklich artrein ist. Dieser Nachweis ist aber nicht zu erbringen, da die Pflanze regelmäßig die von *de Vries* entdeckten „Mutationsformen" abspaltet. Es ist also nicht ausgeschlossen, daß es sich um einen Bastard handelt. Für diese Auffassung können verschiedene Punkte ins Feld geführt werden, insbesondere, daß Pollen und Ovula von Oe. Lamarckiana zu einem erheblichen Prozentsatz steril sind, und daß auch die Nachkommen der Mutanten nicht konstant bleiben. Wenn bei der Aufspaltung der Mutanten und bei ihrer Rückkreuzung mit der Ausgangsform keine einfachen Mendelschen Zahlen auftreten, so kann dies sehr wohl an ihrer komplizierten heterozygotischen Konstitution liegen. Auch die verschiedenen Chromosomenzahlen der Mutanten besagen nichts, da ja schon bei gewöhnlicher Bastardierung dieselben Erscheinungen auftreten. *de Vries* nimmt nun weiterhin an, daß nicht alle Gattungen gleich stark zur Bildung von Mutationsformen neigen, sondern daß eine Aufspaltung nur unter besonderen Umständen eintritt, wenn nämlich durch irgendwelche äußeren Bedingungen die Mutalität erregt wird. Dann zerfällt gewissermaßen eine Spezies in zahlreiche Arten, die sich zu einem größeren Formenkreis zusammenschließen. Als Beispiele derart nennt *de Vries* die Gattungen Rosa, Rubus, Hieracium, Salix, Draba und Viola. Über die Rosaarten liegen noch keine näheren Untersuchungen vor. Rubus dagegen ist von *Lidforß* eingehend bearbeitet, und dieser Forscher konnte feststellen, daß die Rubusarten sich sehr leicht bastardieren lassen, und daß die Kreu-

zungsprodukte durchaus fertil sind. Die hierbei auftretenden Formen zeigen weitgehende Übereinstimmung mit den schon lange bekannten elementaren Brombeerarten. Auf Grund dieser Tatsachen gelangte *Lidforß* zu dem Schluß, daß bei der Bildung dieses Formenkreises Bastardierungen in hohem Maße beteiligt waren. Über die Hieraciumformen hat schon *Mendel* gearbeitet, und er fand, daß die $F_1$-Generation polymorph ist, daß jedoch in den weiteren Generationen die einzelnen Typen konstant bleiben. Diese letztere Erscheinung beruht darauf, daß die Hieraciumbastarde apogam sind, und daher die Unmöglichkeit einer konstitutionellen Änderung nicht mehr besteht. Wir sehen hier also einen Weg, wie durch Kreuzung eine Fülle neuer konstanter Formen entstehen kann. Es würde zu weit führen, hier noch auf Salix, Draba verna und Viola tricolor einzugehen. Im Prinzip ergaben die Versuche immer dasselbe: das schöpferische Moment scheinen spontan aufgetretene Kreuzungen zu sein. So verläuft also die Kritik im wesentlichen negativ, freilich nur in dem Sinne, daß das vorläufige Tatsachenmaterial die Mitwirkung der Mutationen bei der Artbildung nicht streng zu beweisen vermag. Man muß sich aber hier vor voreiligen Schlüssen und Verallgemeinerungen hüten. Es ist durchaus möglich, daß Mutationen bei der Stammesentwicklung der Organismen wirksam waren, und daß es uns bisher nur noch nicht geglückt ist, solche einwandfrei nachzuweisen. Irgendwann müssen doch einmal die Faktoren, die den Genotypus bedingen, entstanden sein, und wenn wir uns eine Vorstellung von dem Entwicklungsgang der Lebewesen machen wollen, dann leistet die Mutationstheorie, wenn auch mit einigen neueren Erfahrungen entsprechenden Abänderungen, von allen Erklärungsversuchen die besten Dienste.

**Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie.** *(Reinke, Ber. d. d. bot. Ges.* Bd. *33,* 1915.) Während normalerweise die Farbe der Blüten dem Namen der Pflanze entspricht, traten ganz unvermittelt bei einem Individuum des Kieler botanischen Gartens weiße Blütenstände auf. Aber nicht alle Infloreszenzen der Pflanze zeigten diese Abweichung, vielmehr waren die Blüten der unteren Stengelregion und auf der einen Seite des oberen Teils von der typischen Farbe. Offenbar handelte es sich um eine durch Anthocyanverlust bedingte Knospenvariation. Auch die Samen der weißen Blüten weisen ein besonderes Verhalten auf, insofern die Samenschale im Gegensatz zu der gewöhnlichen Marmorierung rein weiß gefärbt war. Sowohl die Nachkommenschaft der weißen als auch die der roten Blüten wurde geprüft. Die roten Blüten ergaben alle durchaus normale Pflanzen; 9 weiße Samen dagegen lieferten neben 2 roten Deszendenten 7 ausschließlich weißblühende Exemplare. Es war also Spaltung eingetreten, die sich in der nächsten Generation bei den Nachkommen der rein weißen Samen wiederholte. Soweit die Tatsachen. Es handelte sich nun darum, eine Erklärung dafür zu finden. Da eröffnen sich zwei Wege. Entweder war die Pflanze, bei der die weißen Infloreszenzen sprunghaft entstanden, kein Bastard, und dann liegt eine Knospenmutation — oder wie *Reinke* sich vorsichtiger, um das vieldeutige Wort „Mutation" zu vermeiden, sagt, eine Knospenallogonie — vor, die darin bestand, daß in einem bestimmten Sektor des Individuums die Fähigkeit, Anthocyan zu bilden, plötzlich verloren ging. Es wäre also ein ähnlicher Fall wie der, den *Correns* beobachtete, wo bei einer buntblättrigen Pflanze von Mirabilis Jalapa unvermittelt normal grüne Seitenäste auftraten. Oder aber, die Pflanze war ein Bastard, und die Spaltung in die elterlichen Komponenten ist nicht erst bei der Keimzellenbildung — also nach dem normalen Verlauf —, sondern schon im vegetativen Lebensgange erfolgt. Danach hätten wir es mit einem „Mosaikbastard" zu tun. Eine Sicherheit ließ sich in dieser Beziehung nicht erlangen, doch neigt *Reinke* zu der Ansicht, daß es sich um eine Allogonie handle. An diese Erörterungen schließt sich eine Betrachtung über die Bedeutung der Allogonien im allgemeinen an. Es ist gar nicht notwendig — und nach der Auffassung des Verfassers nicht einmal wahrscheinlich —, daß alle Allogonien gerade in den Geschlechtszellen eintreten. Es gibt ja — ganz abgesehen von den Bakterien — auch recht hochstehende, reich differenzierte Pflanzen, bei denen dies nicht der Fall sein kann. Hierher gehört die Alge Caulerpa, bei der bisher geschlechtliche Fortpflanzung nicht nachgewiesen werden konnte. Wie anders sollen hier die zahlreichen scharf umrissenen Arten entstanden sein als durch Knospenvariation. Und tatsächlich ist auch bei einer hierher gehörenden Form, C. plumaris, ein solcher Fall schon beobachtet worden. Es trat an einer dem Typus entsprechenden zweizeiligen Pflanze plötzlich ein dreizähliger Seitensproß auf. Das ist deshalb bemerkenswert, weil hier offenbar nicht wie bei der weißblühenden Phaseolus multiflorus von dem Verschwinden eines Merkmals gesprochen werden kann. Man hat nämlich immer wieder darauf hingewiesen, daß fast alle bisher beobachteten Allogonien als Verlustallogonien anzusehen sind. Wäre dem allgemein so, dann könnte man nicht einsehen, wie sich die Organismenwelt in aufsteigender Linie bewegen sollte.

**Die Verwertung des Abnormen und Pathologischen in der Pflanzenkultur.** *(H. Molisch,* Vortr. d. Ver. z. Verbreitg. naturw. Kenntn. in Wien, *56,* 1916.) In einem kurzen Vortrag führt *Molisch* aus, wie das, was vom Standpunkt der Pflanze aus gesehen als abnorm oder pathologisch erscheint, mitunter gerade das Ziel gärtnerischer oder landwirtschaftlicher Züchtung wird. Diese Tatsache wird durch eine Reihe von Beispielen erläutert. Hierher gehört z. B. die bei vielen Zierpflanzen vorhandene sogenannte Panaschierung, die sich darin äußert, daß die Blätter ein weiß und grün oder gelb und grün gesprenkeltes Aussehen besitzen. Diese Erscheinung kommt dadurch zustande, daß an den verblaßten Stellen das Chlorophyll nicht oder nur mangelhaft ausgebildet ist. Da nun gerade das Chlorophyll bei der Ernährungstätigkeit der Pflanze eine hervorragende Rolle spielt, so scheiden die hellen Partien von der Stoffproduktion aus, und damit hängt es auch zusammen, daß total panaschierte Pflanzen nicht existenzfähig sind. Worauf die Panaschierung im einzelnen beruht, ist noch nicht eindeutig klargestellt. In manchen Fällen handelt es sich um eine infektiöse Erkrankung, die bei Pfropfungen auch auf die Unterlage übertragen werden kann. Als weiteres Beispiel führt *Molisch* die „Vergeilung" an. Diesen Vorgang, der beim Aufenthalt normal grüner Pflanzen im Dunkeln einsetzt und ebenfalls mit einer Unterdrückung der Chlorophyllbildung verbunden ist, kann man sehr leicht beim Auskeimen von Kartoffeln im Keller beobachten. Da die vergeilten Gewebe sich vielfach durch große Zartheit und Weiche auszeichnen, so spielt die künstliche Vergeilung in der Gemüsezucht eine große Rolle. So

werden die Spargelsprosse, wenn sie die Erdoberfläche erreichen, mit hohen Tonglocken zugedeckt und die dicht stehenden Blätter der Endivie werden zu einem Schopf zusammengebunden. So kommt im Innern durch die Verdunklung das vergeilte „Herz“ zustande. Durch Selektion ist es dann gelungen, Salatformen mit ungemein dichter, eng zusammenschließender Beblätterung zu erzielen, die also von selbst einen Kopf bilden (Kopfsalat). Von den weiter angeführten Belegen (Trauerbäume, Verbänderung, Blütenfüllung, Blütendurchwachsung usw.) soll hier nur noch auf einen hingewiesen werden: „die Jungfernfrüchtigkeit“ (Parthenokarpie). Es ist schon lange bekannt, daß manche Kulturpflanzen schöne, große Früchte ansetzen, ohne befruchtet zu sein (Banane, Gurke). Sie besitzen zwar keine keimfähigen Samen und müssen vom Züchter künstlich auf vegetativem Wege vermehrt werden. Aber gerade dieser Mangel kann in besonderen Fällen von großem Vorteil sein (Kernobst, Steinobst). So geht schon lange das Streben der Landwirte dahin, kernlose Äpfel zu kultivieren, und das ist in manchen Fällen auch schon gelungen. Leider sind aber bis jetzt bloß die Kerne geschwunden, nicht aber das vielleicht noch störendere Gehäuse. Auch die Birnen- und Pflaumenzucht hat schon ähnliche Erfolge zu verzeichnen: die sogenannte kernlose Pflaume besitzt Steine von weicher Beschaffenheit und es wird vielleicht gelingen, die Steinbildung vollständig zu unterdrücken. Auf diesem Gebiet ist also noch viele weitere Arbeit erforderlich.

**Über die experimentelle Erzeugung von Pflanzen mit abweichenden Chromosomenzahlen.** (*Hans Winkler, Zeitschr. f. Bot. 8,* 1916.) An die Entdeckung, daß Oenothera gigas, die von *de Vries* aus O. Lamarckiana gezüchtete Riesenmutante, in ihren Kernen doppelt soviel Chromosomen besitzt als die Mutterform, schlossen sich bald weitere interessante Beobachtungen an, die zutage förderten, daß in dem Formenkreis der Gattung Oenothera vielfach den Änderungen in der Gestalt solche im Chromosomensatz parallel gehen. Damit erhob sich naturgemäß die Frage, ob die Änderung der Chromosomenzahl ebenso wie die gleichzeitige Wandlung der sonstigen Eigenschaften nur ein Ausfluß des „Mutationsvermögens“ ist, oder ob nicht vielleicht die Vermehrung des Chromosomensatzes als primärer Vorgang anzusehen ist, der eben die Gesamtheit der „Gigas“-Merkmale (Vergrößerung der Zellen, hohe Statur, kräftiger Wuchs usw.) nach sich zieht. Wäre dies der Fall, so hätten wir damit einen wichtigen Beleg für die Abhängigkeit äußerer Merkmale von der Kernstruktur. Eine Sicherheit darüber war aber erst zu erwarten, wenn es gelang, experimentell Individuen mit verdoppeltem Chromosomensatz herzustellen. Über solche Versuche berichtet *Winkler*. Seine Methode beruhte auf der Überlegung, daß eine Verdoppelung der Chromosomenzahl wahrscheinlich durch Kernverschmelzung zustande käme. Solche Verschmelzungen werden sich aber besonders leicht an den Verwachsungsstellen von Pfropfungen vollziehen; andererseits haben frühere Arbeiten von *Winkler* gezeigt, daß dann, wenn man bei Solanumkeilpfropfungen das aufgesetzte Reis an der Verwachsungsnaht durch einen glatten Schnitt abtrennt, aus der Wundfläche zahlreiche Adventivknospen hervorwachsen. Es bestand also die Möglichkeit, daß diese Adventivbildungen unter Umständen ihren Ausgang von einer Zelle nehmen konnten, in der Kernverschmelzung und damit Chromosomenverdoppelung eingetreten war. Dann mußten alle Zellkerne des Schößlings diese vermehrte Chromosomenzahl besitzen. Tatsächlich ist es *Winkler* gelungen, unter einem sehr großen Beobachtungsmaterial solche Adventivsprosse zu finden, die dann als Setzlinge zu selbständigen Individuen gezogen werden konnten. Von der größten Bedeutung ist es nun, daß alle diese Pflanzen die typischen Merkmale der Gigasformen trugen. Und da eine solche morphologische Umgestaltung einzig und allein an den Adventivsprossen erkennbar war, die einen verdoppelten Chromosomensatz aufwiesen, so schließt *Winkler* mit Recht, daß die Gigaseigenschaften ein Ausfluß der Chromosomenverdoppelung sind. Diese Erfahrungen dürfen wohl auch auf die Oenotheraformen übertragen werden, und es ist wahrscheinlich, daß das Vermögen, Gigasformen zu bilden, unter den höheren Pflanzen weiter verbreitet ist. Dies ist das eine wichtige Resultat der Arbeit. Im weiteren Verfolg gelangte *Winkler* aber noch zu anderen, sehr bemerkenswerten Feststellungen. Es zeigte sich nämlich, daß in den verschiedenen Geweben eines Individuums die Chromosomenzahlen keineswegs so konstant sind, als man bisher angenommen hat. Diese Tatsache ist der Beobachtung bisher wohl deshalb entgangen, weil die zytologische Untersuchung sich hauptsächlich auf embryonale Zellen erstreckte. *Winkler* untersuchte nun die Kerne in verschiedenen differenzierten Geweben (Mark, Kollenchym usw.) und fand dabei neben Zellen, in denen bloß 1—3 überschüssige Chromosomen vorhanden waren, auch solche mit doppeltem bis achtfachem Chromosomensatz. Ein derart abweichendes Verhalten fordert natürlich zu einer Erklärung heraus, und *Winkler* denkt dabei an die Beziehungen zwischen Kern- und Zellgröße. Daß eine solche besteht, ist ja seit langem bekannt. Wächst eine Zelle über das normale Maß hinaus, dann bleiben ihr zwei Möglichkeiten: entweder Vermehrung der Kerne (einzellige Algen, die oft viele Meter lang werden, Milchröhren der höheren Pflanzen) oder aber Vergrößerung des Kerns unter Vermehrung des Chromosomenbestands. Ein prinzipieller Unterschied zwischen diesen zwei Wegen besteht nicht, da nach *Winklers* Ansicht die Kerne mit einem Vielfachen des normalen Chromosomensatzes durch Verschmelzungsvorgänge zustande kommen. Beachtung verdient nach dieser Richtung, daß für die Gigasformen gerade die erhebliche Zellgröße eines der charakteristischsten Merkmale ist. Es wäre äußerst wünschenswert, wenn die Untersuchungen *Winklers* über die Schwankungen der Chromosomenzahlen innerhalb eines einzelnen Individuums auf möglichst zahlreiche Objekte ausgedehnt würden. Sollte es sich dabei herausstellen, daß es sich hier um eine weit verbreitete Erscheinung handelt, so ist damit die Chromosomentheorie (besonders nach ihren vererbungstheoretischen Abzweigungen) trotzdem in keiner Weise gefährdet, da ja die Wandlungen des Chromosomenbestands außerhalb der Keimbahnen liegen und die Konstanz von Generation zu Generation somit erhalten bleibt.

*P. Stark, Leipzig.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW

17

Separatabdruck aus »Vierteljahrsberichte des Wiener Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes«, Jahrg. 1916, Heft 1.

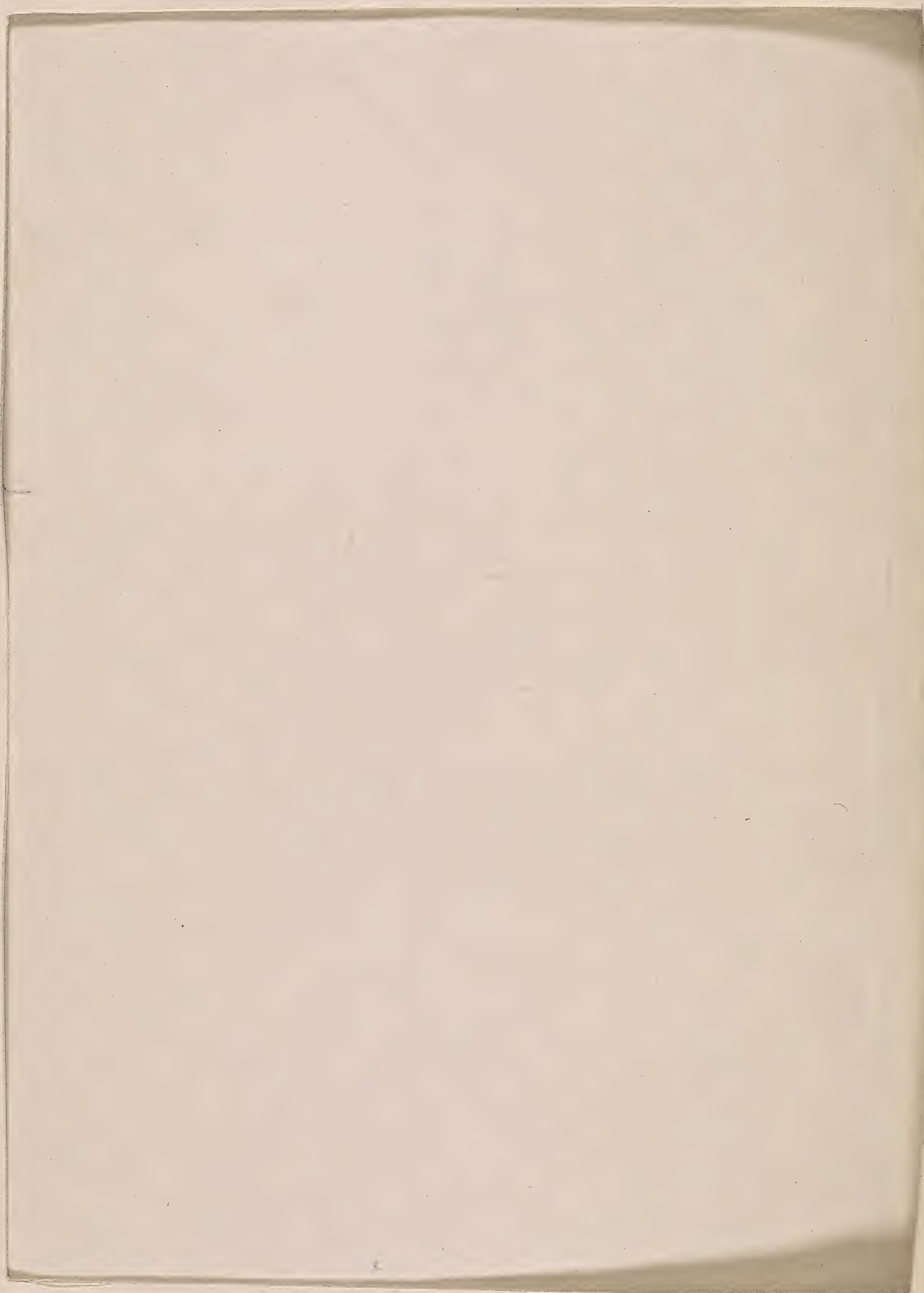
Hochachtungsvoll
Dr. K. Haas

# Hofrat Dr. Ernst Mach †.

## Gedenkrede

von Prof. Dr. K. Haas, gehalten in der Sitzung des Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes am 27. Mai 1916.

Ich bin von der Vereinsleitung ersucht worden, eine Gedenkrede auf Ernst Mach zu halten. Da ich das Glück hatte, Mach persönlich zu kennen, Vorlesungen bei ihm zu hören und von ihm mannigfache Förderung zu erfahren, so habe ich mich dieser Aufgabe mit Freuden unterzogen, obwohl ich mir der schier unübersteigbaren Schwierigkeiten derselben sehr wohl bewußt war. Denn Mach hat ein so umfangreiches Arbeitsfeld bebaut, er ist auf so verschiedenen Wissensgebieten tätig gewesen, daß es einem einzelnen kaum möglich sein dürfte, seine Tätigkeit vollständig zu überschauen und seinem Wirken in jeder Hinsicht gerecht zu werden. Wir Physiklehrer sind Mach ganz besonders zur Dankbarkeit verpflichtet wegen der vielen und großen Verdienste, die er sich um den Physikunterricht erworben hat. Seine Schriften sind für uns eine Fundgrube sowohl wegen der Darstellung der historischen Entwicklung unserer Wissenschaft, wegen der Klarstellung der Prinzipien derselben und wegen der vielen schönen Experimente, die sie enthalten. Mach selbst war mit Leib und Seele Pädagog und hat es auch stets verstanden, seinen Unterricht durch Wort und Tat unerreicht anregend und lebendig zu gestalten. Er hat eine ganze Reihe von musterhaften Lehrbüchern der Physik verfaßt. Er hat eine Menge von Apparaten erfunden, die unsere Sammlungen zieren und zum eisernen Bestand derselben gehören, so seine Fallrinne, seinen Wellenapparat, die Vorrichtung zur Demonstration der Abhängigkeit der Schwingungsdauer des Pendels von der Akzeleration der Erdschwere, um nur einige zu nennen. Mach war längere Zeit an der Leitung der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht beteiligt, in welcher



17

Separatabdruck aus »Vierteljahrsberichte des Wiener Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes«, Jahrg. 1916, Heft 1.

Hochachtungsvoll
Dr. K. Haas

# Hofrat Dr. Ernst Mach †.

## Gedenkrede

von Prof. Dr. K. Haas, gehalten in der Sitzung des Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes am 27. Mai 1916.

Ich bin von der Vereinsleitung ersucht worden, eine Gedenkrede auf Ernst Mach zu halten. Da ich das Glück hatte, Mach persönlich zu kennen, Vorlesungen bei ihm zu hören und von ihm mannigfache Förderung zu erfahren, so habe ich mich dieser Aufgabe mit Freuden unterzogen, obwohl ich mir der schier unübersteigbaren Schwierigkeiten derselben sehr wohl bewußt war. Denn Mach hat ein so umfangreiches Arbeitsfeld bebaut, er ist auf so verschiedenen Wissensgebieten tätig gewesen, daß es einem einzelnen kaum möglich sein dürfte, seine Tätigkeit vollständig zu überschauen und seinem Wirken in jeder Hinsicht gerecht zu werden. Wir Physiklehrer sind Mach ganz besonders zur Dankbarkeit verpflichtet wegen der vielen und großen Verdienste, die er sich um den Physikunterricht erworben hat. Seine Schriften sind für uns eine Fundgrube sowohl wegen der Darstellung der historischen Entwicklung unserer Wissenschaft, wegen der Klarstellung der Prinzipien derselben und wegen der vielen schönen Experimente, die sie enthalten. Mach selbst war mit Leib und Seele Pädagog und hat es auch stets verstanden, seinen Unterricht durch Wort und Tat unerreicht anregend und lebendig zu gestalten. Er hat eine ganze Reihe von musterhaften Lehrbüchern der Physik verfaßt. Er hat eine Menge von Apparaten erfunden, die unsere Sammlungen zieren und zum eisernen Bestand derselben gehören, so seine Fallrinne, seinen Wellenapparat, die Vorrichtung zur Demonstration der Abhängigkeit der Schwingungsdauer des Pendels von der Akzeleration der Erdschwere, um nur einige zu nennen. Mach war längere Zeit an der Leitung der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht beteiligt, in welcher

sein Nachfolger in der Redaktion, unser um den Verein so verdientes Mitglied, Prof. Höfler, Machs Leistungen in trefflicher Weise gewürdigt hat. Mach hat mehrmals Kollegia über den Physikunterricht an der Mittelschule gelesen, auch einen äußerst instruktiven Vortrag über den relativen Bildungswert der philologischen und der mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer an höheren Schulen gehalten, der die Bedeutung der letzteren in das hellste Licht zu setzen weiß, ohne jedoch, wie es mitunter geschieht, den Wert der ersteren ungebührlich herabzusetzen[1]). Mach hat endlich unzählige Jünger der Wissenschaft nicht nur durch Lehre und Beispiel, sondern auch durch Rat und werktätige Hilfe gefördert. Es ist daher ganz selbstverständlich, daß wir dem Leben und dem Lebenswerk dieses großen Mannes ein ganz besonderes Interesse entgegenbringen[2]).

Ernst Mach wurde am 18. Februar 1838 in Turas, einem kleinen Ort in der Nähe Brünns, geboren. Die Eltern Machs waren ideal veranlagte Menschen. Sie liebten beide die Einsamkeit des Landlebens, welche sie natürlich in ihren weltfremden Ansichten nur bestärkte. Der Vater war ein berühmter Pädagoge und ein großer Naturfreund, die Mutter eine Künstlernatur mit glücklicher Begabung für Malerei, Musik und Poesie. Machs Vater hatte große Vorliebe für die Landwirtschaft. Sein Haus stand in einem großen, herrlichen Garten, den er mit Sorgfalt und Verständnis pflegte. Wenn die Obstbäume blühten, wenn die Rosenknospen aufsprangen, schien dieser Ort den Kindern ein irdisches Paradies.

Wie Machs Vater es verstand, in origineller Weise seinen Sohn für Naturvorkommnisse zu interessieren, mag folgendes Beispiel zeigen, welches Mach in einer Vorlesung über den Physikunterricht an Mittelschulen, die er im Wintersemester 1896 las, erzählte. Als Ernst einen leeren Gartentopf in der Hand hielt, fragte ihn sein Vater, was darin sei. »Nichts«, erwiderte der Junge, verdutzt über die Frage. Der Vater verschloß das Loch im Boden des Topfes mit einem Kork und befahl Ernst, den Topf mit der Mündung nach abwärts in einen Wasserbehälter zu tauchen, der in der Nähe stand, und sodann den Kork herauszuziehen. Als nun die Luftblasen aus dem Wasser aufstiegen, fragte der Vater wieder, was in dem Topf gewesen sei und erhielt nun prompt die gewünschte Antwort. (In ähnlicher Weise soll nach Aristoteles schon Empedokles das Dasein der Luft demonstriert haben[3]).

Mancherlei Richtungen Machs finden wir bereits bei dessen Vater angedeutet, so die Neigung zur Pädagogik, die Lust am Demonstrieren und Experimentieren und das Interesse an biologischen Vorgängen. Dieses Interesse erfuhr eine bedeutende Förderung durch den Gymnasiallehrer Wessely, durch welchen Mach schon mit 16 Jahren in die Ideen Lamarcks eingeweiht wurde, der zuerst die bis dahin behauptete Unveränderlichkeit der Arten verneinte und die allmähliche Entwicklung des Tierreiches aus der Anpassung an die Lebensbedingungen und dem Gebrauch, bzw. Nichtgebrauch der Organe zu erklären gesucht hatte. Lamarck gilt daher als Begründer der Deszendenztheorie und als Vorläufer Darwins. Als drei Jahre später Darwins Buch von der Entstehung der Arten erschien, machte es auf den so günstig vorbereiteten Jüngling einen ungeheuren Eindruck. Auf die frühe Bekanntschaft Machs mit Darwin glaube ich deswegen hinweisen zu müssen, weil ihre Spuren sich wie ein roter Faden durch seine Werke ziehen.

---

1) Gedruckt in den populär-wissenschaftlichen Vorlesungen. 1. Auflage. Seite 313.
2) Das Biographische nach Dr. Hans Henning. Ernst Mach. Leipzig. 1915.
3) Mach, Mechanik. 7. Auflage, Seite 3 u. 101.

In anderer Richtung vorausdeutend waren für den jungen Mach Kants »Prolegomena zu jeder künftigen Metaphysik«, die er mit 15 Jahren in die Hand bekam. Er empfand diese Lektüre als ein ganz besonderes Glück. Sie machte auf ihn einen unauslöschlichen Eindruck, der sich ihm später bei keinem anderen philosophischen Werke wiederholte. Etwa zwei Jahre später empfand er schon die müßige Rolle des »Dinges an sich«.

Mach studierte an der Wiener Universität Naturwissenschaften und arbeitete am Ende der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts an dem physikalischen Institut in Erdberg, welches damals der Nestor der österreichischen Physiker, Andreas von Ettingshausen, leitete. Machs erste Arbeit: »Über elektrische Entladung und Induktion« wurde gemeinschaftlich mit dem damaligen Assistenten des Institutes, Pietro Blaserna, gemacht, der später Universitätsprofessor in Rom und Leiter des dortigen physikalischen Institutes wurde. Die erste selbständige Arbeit Machs[1]) (1860) bezog sich auf die Änderung von Ton und Farbe durch die Bewegung. Sie bespricht und widerlegt die Einwendungen Petzvals und Angströms gegen das Dopplersche Prinzip, erwähnt die Eisenbahn-Experimente Buys-Ballots und Russels (und einen Versuch Fizeaus mit dem Savartschen Rad.). Mach konstruierte selbst einen Apparat, der das Prinzip im Zimmer zu demonstrieren gestattet. Derselbe bestand aus einer sechs Fuß langen Stange, die mittels des Schwungrades der Drehbank in rasche Rotation versetzt werden konnte. Die Stange lief in einem Lager, durch welches ein Luftkanal führte, der von einem Blasbalg bis in eine Durchbohrung des Stabes reichte, an dessen Ende ein kleines Pfeifchen angebracht war. Überdies war eine Vorrichtung vorhanden, um die Zahl der Umdrehungen in einer bestimmten Zeit zu messen. Sobald die Leiste zu rotieren beginnt, hört man den Ton abwechselnd höher und tiefer werden. Je rascher rotiert wird, desto größer wird die Differenz der beiden Töne. Mit diesem Apparat gelang es Mach, überzeugend nachzuweisen, erstens, daß die Erhöhung, bzw. Vertiefung des Tones nur von der Richtung und Geschwindigkeit gegen den Beobachter hin, bzw. von ihm weg abhängt; zweitens, daß die Erscheinung rein subjektiv ist.

Einen ähnlichen, aber bedeutend kleineren, einfacher konstruierten Apparat, der auf die Zentrifugalmaschine montiert werden kann, habe ich bei der Doppler-Feier 1904 unserem Vereine vorgeführt[2]).

Besonders ist noch hervorzuheben, daß Mach schon 1860 in dieser Abhandlung den ersten Vorschlag zur spektroskopischen Bestimmung der Sternbewegung (im Gesichtsradius) gemacht hat. Er sagt nämlich:

»Bei den Bestimmungen der Farbe, welche man zum Zweck der Rechnung machen wird, kann man sich nicht auf das bloße Auge verlassen, sondern man müßte beiläufig so verfahren:

Das Bild eines Sternes wird durch das Prisma in ein Spektrum zerlegt, in welchem sich nun zweierlei Linien zeigen: Die einen rühren von unserer Atmosphäre, die anderen vom Sterne her. Die letzteren müssen beim Farbenwechsel ihren Ort ändern und aus dieser Änderung wird die Geschwindigkeit des Sternes bestimmt.«

Präziser wurde diese Idee zehn Jahre später, 1870, von Fizeau ausgesprochen und verwirklicht.

---

[1]) Über Änderung des Tones und der Farbe durch die Bewegung. Sitzungsbericht der Wiener Akademie. Band 41, Nr. 17.

[2]) Vierteljahrsberichte des Wiener Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes. IX. Jahrgang, Seite 17.

1861 habilitierte sich Mach als Privatdozent an der Wiener Universität. Von da ab beginnt auch schon seine physiologische und psychologische Tätigkeit in den Abhandlungen über das Sehen von Lagen und Winkeln, über die Theorie des Pulszeichners, über die Theorie des Gehörorganes, über einige der physiologischen Akustik angehörige Erscheinungen, sowie über Psychophysik. 1863 gab er ein Kompendium der Physik für Mediziner heraus, eine sehr willkommene Arbeit, da dieses Buch eben das enthielt, was der Mediziner vor allem brauchte. Für die jetzige Generation hat Prof. Lecher diese Aufgabe den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend gelöst[1]). In seinem Buche finden sich viele Anwendungen der Physik, welche auch im Mittelschulunterrichte zur Belebung des Unterrichtes beitragen werden.

1864 wurde Mach zum Professor der Physik an der Universität Graz ernannt. Hier setzte er seine physiologischen Untersuchungen über die Sinnesorgane fort. Es erschienen die Arbeiten: Über den Zeitsinn und die Akkommodation des Ohres, über die räumliche Verteilung des Lichtreizes in der Netzhaut, über intermittierende Lichtreize, über das räumliche Sehen. Hier begannen auch schon philosophische Studien über Zeit und Raum und über die Entwicklung der Raumvorstellung. Eine Abhandlung über eine in ihrer Form und in ihrer einfachen Anschaulichkeit originelle Definition der Masse wurde vom alten Poggendorff nicht angenommen und mußte in Carls Repertorium (Band 4) abgedruckt werden. Mach definierte die Massen zweier Körper als das reziproke Verhältnis der Beschleunigungen $\left(\frac{m}{m'} = -\frac{\varphi'}{\varphi}\right)$, welche sich die Körper gegenseitig erteilen, so daß für beide Körper das Produkt aus Masse und Beschleunigung (die zwischen ihnen wirkende Kraft) denselben Wert annimmt.

In Graz entwickelte Mach auch seine Meisterschaft in populärwissenschaftlichen Vorträgen über akustische und optische Themen: Über das Cortische Organ, über die Harmonie, über die Lichtgeschwindigkeit und über die Frage: »Wozu hat der Mensch die Augen?« Über populärwissenschaftliche Vorträge äußert sich Mach in folgender Weise: »Populäre Vorlesungen können mit Rücksicht auf die vorausgesetzten Kenntnisse und die zur Verfügung stehende Zeit nur in bescheidenem Maße belehrend wirken. Nichtsdestoweniger kann durch geeignete Wahl des Gegenstandes die Romantik und Poesie der Forschung fühlbarer gemacht werden. Hiezu ist nur nötig, daß man das Anziehende und Spannende eines Problems darlegt und zeigt, wie durch das von einer unscheinbaren Aufklärung ausstrahlende Licht zuweilen weite Gebiete von Tatsachen beleuchtet werden.“

In Prag, wohin Mach 1867 berufen wurde, entfaltete er nach verschiedenen Richtungen hin eine reiche Tätigkeit. Er schuf hier Apparate zur Beobachtung des Huyghenschen Prinzipes, zur Demonstration der Schwingungsgesetze gestrichener Saiten, zur spektralen und stroboskopischen Untersuchung tönender Körper, insbesondere der Luftwellen. Aus der Prager Zeit stammen auch seine Versuche über die Doppelbrechung des Glases durch Druck und Zug[2]). Er schlug für diesen Zweck zuerst ein stroboskopisches Verfahren ein; da aber Fizeau und Foucault gezeigt hatten, daß man durch spektrale Zerlegung des Interferenzlichtes von großen Gangunterschieden noch Interferenzen sehen und messen kann, welche direkt nicht wahrnehmbar sind, so lag für Mach der Gedanke nahe, die

[1]) E. Lecher: Lehrbuch der Physik für Mediziner und Biologen. Leipzig. G. B. Teubner. 1912.

[2]) Optisch-akustistische Versuche. Leipzig. Joh. Amb. Barth.

gewöhnlichen Interferenzrefraktometer durch spektrale zu ersetzen. Für solche Versuche wählte Mach außer Glas auch frisch erstarrten, reinen Leim, dessen Doppelbrechung im Vergleich zu Glas sehr groß ist. Diesen Untersuchungen ließ er solche mit plastischen, dickflüssigen Substanzen, mit Kanadabalsam und dick eingekochter Metaphosphorsäure folgen (wobei sich herausstellte, daß Kanadabalsam wie Glas bei Druck optisch negativ, die Metaphosphorsäure hingegen optisch positiv wird).

Auch für die Beobachtung und Erklärung der von Stefan entdeckten Nebenringe am Newtonschen Farbenglase hat Mach Interferenzen mit hohem Gangunterschiede verwendet.

Sehr interessante Resultate lieferte die spektrale Untersuchung eines longitudinal tönenden Glasstabes, der infolge der Bewegung der Teile gegen die Knoten hin, bezw. von denselben weg, Kontraktionen und Dilatationen aufweist und aus diesem Grunde auch periodisch auftretende Doppelbrechung zeigt. Das Überraschendste waren die dabei auftretenden Druckvariationen im Glase, welche auf ± 150 bis ± 180 *kg* auf den $cm^2$ anstiegen. Diese gewaltigen, allerdings nur sehr kurze Zeit andauernden Druckvariationen machen es begreiflich, daß ein Glasstab durch das bloße Tönen zerreißen kann. (Zerschreien von Gläsern.) Solche Versuche beweisen aber auch die Verwendbarkeit solcher akustischer Versuche für Elastizitätsprobleme.

Den bekannten Königschen Brennern hat Mach eine Einrichtung gegeben, durch welche sie empfindlicher und vom Vorhandensein von Leuchtgas unabhängig wurden. Solche Brenner hat Mach auch benützt, um die Trommelfellschwingungen am lebenden Ohre sichtbar zu machen. Auch hat Mach im Gegensatz zu den Königschen longitudinal schwingenden Flammen transversal schwingende herzustellen gewußt, die er nicht nur zur Demonstration verschiedener akustischer Vorgänge, sondern auch zur Bestimmung von Luftexkursionen, also zur Messung von Schallintensitäten verwendete.

Eine ganze Reihe akustischer Erscheinungen hat Mach mittels der stroboskopischen Methode beobachten gelehrt. Mach hat dabei zuerst die Verwendung der elektromagnetischen Stimmgabel als Lichtunterbrecher eingeführt und verschiedene Methoden der stroboskopischen Selbstunterbrechung erfunden.

Auch in Prag setzte Mach seine Untersuchungen über die Funktionen verschiedener Teile des Gehörorganes fort. Die wichtigsten derselben, die Untersuchungen über den Gleichgewichtssinn in den Bogengängen des Ohres, beginnen 1873. Sie wurden durch eine Mach sehr frappierende Beobachtung während einer Eisenbahnfahrt angeregt. Als der Zug eine Kurve durchfuhr, sah Mach plötzlich die Bäume, Häuser, Fabriksschlote an der Bahn nicht mehr aufrecht, sondern auffallend schief dastehen. Er stellte sich sofort die Frage: Wie kann mir dieselbe Richtung einmal lotrecht und ein andermal schief erscheinen? Wodurch zeichnet sich das Lot für uns aus? Diese Fragen schienen ihm durch die Annahme gelöst zu werden, daß wir die Richtung der gesamten (resultierenden) Massenbeschleunigung als Lotrechte empfinden.

Mach hatte nun das Bedürfnis, diese seine Vermutung durch Experimente bequemer und gründlicher auszuprobieren, als dies bei einer Eisenbahnfahrt möglich ist. Er ließ zu diesem Zwecke an den Zimmerwänden einen großen Rahmen befestigen, in welchem sich ein zweiter Rahmen um eine lotrechte Achse drehen konnte, und in diesem konnte ein dritter Rahmen in beliebiger Entfernung und Stellung zur Drehachse angebracht werden. Dieser letztere Rahmen trägt einen Kasten mit Papierwänden, in welchem

ein Sitz für den Beobachter angebracht ist, der hier eingeschlossen wird. Befindet sich nun der dritte Rahmen außerhalb der Drehachse, so tritt sofort nach Beginn der Rotation für den Beobachter eine fühlbare, von der Geschwindigkeit der Drehung abhängige Neigung des Papierkastens ein, welche er mit zwingender Gewalt wahrnimmt, obwohl ihm bei seiner Abgeschlossenheit alle Anhaltspunkte für dieses sein Urteil fehlen. Wird der Apparat plötzlich angehalten, so fühlt sich der Beobachter samt dem Kasten in lebhafter Gegendrehung, obwohl er zum voraus bestimmt weiß, daß nun alles in Ruhe sein muß. Die Empfindung der Gegendrehung klingt allmählich ab. Das Organ für diese Empfindungen muß aber im Kopfe seinen Sitz haben, denn sonst könnte die Achse der scheinbaren Drehung sich nicht mit dem Kopfe mitbewegen. Mach sagt, im Augenblicke dieser Beobachtung sei ihm eine ganze Illumination aufgegangen. Ihm fielen die Jugenderinnerungen über den Drehschwindel ein. Seine Experimente hatten den schlagenden Beweis für die scharfsinnige Vermutung des Physiologen Goltz geliefert, daß die Bogengänge Sinnesorgane für das Gleichgewicht des Kopfes und mittelbar des ganzen Körpers sind.

Ein Vorfall, der den gewöhnlichen Beobachter wahrscheinlich gleichgültig lassen würde, eine Bemerkung in einem Vortrag, die an Tausenden unbeachtet vorübergehen würde, lösen in Mach eine Fragestellung aus, die ihn nicht zur Ruhe kommen läßt, bis er den strittigen Punkt durch das Experiment entschieden hat. So wurde er zu den Versuchen, welche am meisten ins große Publikum gedrungen sind, zu den Versuchen über fliegende Projektile, durch eine Bemerkung des belgischen Ballistikers Melsens angeregt[1]), der 1881 in Paris einen Vortrag hielt, dem Mach anwohnte. Melsens sprach die Behauptung aus, daß Geschosse, welche mit sehr großer Geschwindigkeit fliegen, stets größere Massen Luft mit sich führen. Dies schien Mach unwahrscheinlich und in ihm erwachte der Wunsch, Melsens Behauptung durch das Experiment zu prüfen. Seine diesbezüglichen Versuche begannen ganz im kleinen im Jahre 1884 mit einer Reiterpistole, wurden aber dann in großem Maßstabe in Pola und in Essen (bei Krupp) fortgesetzt. Momentanbeleuchtung durch den elektrischen Funken, Schlierenmethode und photographische Fixierung des Projektils waren die Hilfsmittel, durch welche es Mach gelang, nicht nur das fliegende Geschoß, sondern auch die erregten Luftwellen, die Kopf- und Bugwellen, zu photographieren, und den Nachweis zu liefern, daß in jedem Augenblicke solche Wellen, aber nicht Massen von Luft von dem Geschoß ausgehen. Durch diese Versuche Machs wurde auch die schon längere Zeit den Praktikern bekannte, aber sehr unbefriedigend gedeutete Tatsache, daß bei Projektilen, deren Geschwindigkeit größer als die Schallgeschwindigkeit ist, ein doppelter Knall, u. zw. von zwei verschiedenen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten, ausgelöst wird, vollständig aufgeklärt. Man vernimmt die vom Projektil ausgehende Knallwelle und dann die aus dem Laufe kommende.

Ende 1871 beginnt in einem Vortrage, den Mach in der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften hielt, eine sehr wichtige Seite der Machschen Ideen deutlichere Form anzunehmen, von der vereinzelte Spuren schon in seinen früheren Werken zu finden waren. Ich meine seine historisch-kritischen Untersuchungen über die Entwicklung einzelner Sätze der Physik. Der betreffende Vortrag erschien 1872 unter dem Titel: Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der

---

[1]) Louis Melsens. Passage des projectiles à travers les milieux resistants. Comptes rendus. 93.

Arbeit. Mach zeigt, daß dieser Satz in der Form: »Arbeit aus dem Nichts zu schaffen oder ein Perpetuum mobile zu konstruieren, ist unmöglich« nicht so neu ist, als man gewöhnlich glaubt, daß er fast allen bedeutenden Forschern von Stevin und Galilei an vorschwebte, daß er schon vor der mechanischen Weltanschauung vorhanden war und bloß eine besondere Form des Kausalgesetzes ist. Mach hat hier den ersten Versuch gemacht, seinen erkenntnistheoretischen, auf sinnesphysiologischem Standpunkte fußenden Standpunkt in bezug auf die Gesamtwissenschaft zu umschreiben und insbesondere in bezug auf die Physik schärfer zu bezeichnen, man findet hier schon die originellen Auffassungen, die Mach von Raum und Zeit und vom Kausalgesetz hat. Raum und Zeit sind ihm Bestimmungen von Erscheinungen durch andere Erscheinungen. Das Kausalgesetz ist ihm hinreichend bestimmt, wenn man sagt, es setze eine Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander voraus und die Erforschung dieser Abhängigkeit ist das Ziel der Naturwissenschaft.

In weiterem Umfang vertritt Mach diese Anschauungen in seinem weltberühmten Buche: »Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt.« Mach hält dafür, daß sich die Lehren der Mechanik aus den Erfahrungssätzen des Handwerks durch intellektuelle Läuterung ergeben haben. Noch weiter als in seinem Buche über die Mechanik greift Mach bezüglich dieser Ansicht in dem 1915 erschienenen Buche: »Kultur und Mechanik« (Stuttgart, Speemann) zurück, wo er sich in die fernsten Uranfänge mechanischer Betätigung zurückdenkt.

Gestützt auf die umfassendste und tiefste Kenntnis des Werdeganges der Mechanik, führt uns Mach in die Gedankenwelt der großen Geister ein, welche die Gesetze dieser Wissenschaft formuliert haben. Mit diesem historischen Geiste verbindet er eine außerordentliche Kraft der Kritik, welche schonungslos alle metaphysischen Überreste, die selbst noch bei hervorragenden Meistern des Faches offen oder versteckt vorhanden sind, aufzeigt und hinwegräumt.

Besonders wertvoll ist Machs Kritik der Newtonschen Sätze. An der Hand einer Gegenüberstellung dieser Sätze und der sie betreffenden Einwürfe Machs bemerkt Einstein in seinem schönen Nachruf in der Physikalischen Zeitschrift (XVIII, 7), daß Mach alle die schwachen Stellen der Newtonschen Mechanik klar erkannt hat, und daß er schon vor fast einem halben Jahrhundert nahe daran war, eine **Relativitätstheorie** zu fordern.

Auch die Betrachtung des Newtonschen Eimerversuches[1]) zeigt Einstein, wie nahe Machs Geiste die Forderung der Relativität im allgemeinen Sinne (Relativität der Beschleunigung) gelegen war. Wir erfahren mithin von berufenster Seite, daß Mach als Vorläufer der Relativitätstheorie zu gelten hat, was für seine Bedeutung als Physiker von der allergrößten Wichtigkeit ist[2]).

---

[1]) Die Mechanik in ihrer Entwicklung. 7. Auflage, Seite 220.

[2]) Als Relativist zeigt sich Mach schon in der bereits früher erwähnten Abhandlung: »Die Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit.« (Zweiter unveränderter Abdruck nach der in Prag 1872 erschienenen ersten Auflage.) Leipzig. Joh. Amb. Barth, 1908. Siehe Seite 34—37 und 56, 57. Mach hat dies auch selbst erkannt, denn er sagt in den Bemerkungen zum zweiten Abdruck 1909 (am Schlusse des Werkchens, Seite 60):

»Raum und Zeit werden hier nicht als selbständige Wesen, sondern als Formen der Abhängigkeit der Phänomene voneinander aufgefaßt. Ich steuere also (hier) auf das Prinzip der Relativität los.« (Vergl. »Zeit und Raum, physikalisch betrachtet« in »Erkenntnis und Irrtum«, 1905 [Seite 426]. Vergl. H. Minkowski: »Raum und Zeit«, 1909).

Die Relativitätstheorie, die ohne Machs Kritik der Raum-, Zeit- und Bewegungsvorstellungen nicht denkbar ist, hat in einem unerhörten Siegeszuge in wenigen Jahren die Physiker gewonnen, trotzdem, daß ihre begrifflichen Schwierigkeiten jene aller früheren Theorien übertreffen. Und die neueste Fortsetzung dieser Lehre, die sich auch das letzte große Problem, die Gravitation, unterwirft, hat begründete Aussicht, nicht nur den bekannten Tatsachen zu genügen, sondern auch durch neue, jetzt noch hypothetische bestätigt zu werden[1]).

Eine ähnliche Aufgabe wie die Mechanik in ihrer Entwicklung erfüllen auf einem anderen Gebiete Machs »Prinzipien der Wärmelehre« (1896). Historische Übersichten über die Entwicklung einzelner Teile dieses Zweiges der Physik (Thermometrie, Wärmeleitung, Wärmestrahlung, Thermodynamik) wechseln ab mit einer Kritik der diesen Kapiteln zu Grunde liegenden Begriffe (Kritik des Temperaturbegriffes, Kritik der kalorimetrischen Begriffe, kritischer Rückblick auf die Entwicklung der Thermodynamik und die Quellen des Energieprinzipes). Auch in diesem Werke finden wir wieder dieselbe gründliche und liebevolle Behandlung in der Darstellung der Entwicklung der Wissenschaft, dieselben erhebenden Einblicke in die Werkstätten der bahnbrechenden Forscher. Den Schluß dieses Buches bilden allgemeine erkenntnistheoretische Kapitel, welche jeden Jünger der Wissenschaft, dessen Geist das Bedürfnis hat, sich in Feierstunden über die Mühen des Tages in höhere Sphären zu erheben und über die Ziele und Wege seiner Wissenschaft klar zu werden, auf das lebhafteste interessieren werden.

Zwei Jahre nach der »Mechanik« erschien 1885 Machs: »Analyse der Empfindungen und das Verhältnis vom Physischen zum Psychischen«. Es ist sein philosophisches Hauptwerk.

Mach hat vor allem das Bestreben, einen Standpunkt zu finden, der sich als Grundlage für alle naturwissenschaftlichen Disziplinen eignet, namentlich aber für die von ihm bebauten, nämlich für Physik, Physiologie und Psychologie. Das gesamte psychische Leben, auch die Wissenschaft, ist ihm eine biologische Erscheinung, die mit Kampf ums Dasein, Auslese und Entwicklung auf die Lehren Darwins fundiert ist.

Mach beginnt mit dem natürlichen Weltbild, das jeder ohne sein Zutun beim geistigen Erwachen in sich selber vorfindet. Worin besteht nun diese Weltansicht? frägt Mach[2]) und antwortet: Ich finde mich im Raume umgeben von verschiedenen, in demselben beweglichen Körpern, teils leblosen, teils belebten (Pflanzen, Tieren, Menschen). Mein im Raume ebenfalls beweglicher Leib ist für mich ein ebenso sichtbares, tastbares, sinnliches Objekt, welches einen Teil des sinnlichen Raumfeldes einnimmt, neben und außer den übrigen Körpern sich befindet, wie diese selbst. Mein Leib unterscheidet sich von den Leibern der übrigen Menschen nebst individiuellen Merkmalen dadurch, daß sich bei Berührung desselben eigentümliche Empfindungen einstellen, die ich bei Berührung anderer Leiber nicht empfinde. — — Ich finde ferner Erinnerungen, Hoffnungen, Befürchtungen, Triebe, Wünsche, Willen usw. vor. — — An diesen Willen knüpfen sich aber die Bewegungen eines bestimmten Leibes, der sich dadurch und durch das Vorausgehende als mein Leib kennzeichnet. Bei Beobachtung der übrigen Menschenleiber zwingt mich nebst dem praktischen Bedürfnisse eine starke Analogie, der ich nicht widerstreben kann,

---

[1]) Vergleiche: Ernst Mach. Von Prof. J. Petzoldt. (Der Zeitgeist. 1916. Nr. 11.)

[2]) »Erkenntnis und Irrtum«, S. 5 f.

Erinnerungen, Hoffnungen usw. ähnlich den mit meinem Leibe zusammenhängenden, auch bei anderen Menschen anzunehmen.

Die Gesamtheit des für alle im Raume unmittelbar Vorhandenen mag als das Physische, dagegen das nnr einem unmittelbar gegebene, bei allen anderen aber nur durch Analogie Erschließbare als das Psychische bezeichnet werden. Die Gesamtheit des nur einem Gegebenen nennt Mach dessen engeres Ich. Descartes stellt Materie und Geist, Ausdehnung und Denken einander gegenüber. In dieser Gegenüberstellung liegt die natürliche Begründung des Dualismus, der übrigens noch alle möglichen Übergänge vom bloßen Materialismus zum reinen Spiritualismus darstellen kann, je nach der Wertschätzung des Psychischen oder Physischen, nach der Auffassung des einen als des Fundamentalen, des anderen als des Ableitbaren.

Meine sämtlichen psychischen Befunde, sagt Mach, kann ich in derzeit nicht weiter zerlegbare Elemente auflösen: Farben, Töne, Düfte, Tastempfindungen, Drücke, Wärmen, Räume, Zeiten. Diese Elemente zeigen sich sowohl von außerhalb meines Leibes liegenden, als von innerhalb desselben liegenden Elementen abhängig. Insofern letzteres der Fall ist, nennen wir diese Elemente Empfindungen. Da mir aber die Empfindungen meiner Nachbarn ebensowenig gegeben sind, als ihnen die meinigen, so bin ich berechtigt, dieselben Elemente, welche ich in das Physische aufgelöst habe, auch als Elemente des Psychischen anzusehen. Das Physische und das Psychische enthält also gemeinsame Elemente; die beiden stehen also keineswegs in schroffem Gegensatze. Dies wird noch klarer, wenn sich zeigen läßt, daß Erinnerungen, Vorstellungen, Gefühle, Willen, Begriffe sich aus zurückgelassenen Spuren von Empfindungen aufbauen, mit letzteren also keineswegs unvergleichbar sind. Wenn ich nun die Gesamtheit meines Psychischen — die Empfindungen eingerechnet — mein Ich im weitesten Sinne nenne, so kann ich in diesem Sinne sagen, daß mein Ich die Welt als Empfindung und Vorstellung eingeschlossen enthalte. Diese Position, die sogenannte solipsistische Position, bringt die Welt als Selbständiges scheinbar zum Verschwinden, indem sie die Grenzen zwischen der Welt und dem Ich verwischt. Praktisch läßt sich aber dieser Solipsismus nicht festhalten. Professor X, welcher theoretisch Solipsist zu sein glaubt, ist es praktisch gewiß nicht, sobald er dem Minister für einen erhaltenen Orden dankt. Der geprügelte Pyrrhonist in Molières »Mariage forcé«, der alles für Schein hält, sagt nicht mehr: »Il me semble, que vous me battez«, sondern nimmt die Schläge als wirklich genossen an.

Sobald wir die Elemente, wie rot, warm etc. betrachten, welche in ihrer Abhängigkeit von außerhalb unseres Leibes liegenden Befunden physische, in Abhängigkeit von innerhalb derselben gelegenen psychische Elemente, aber in beiderlei Sinne gewiß gegeben und identisch sind, so hat bei dieser einfachen Sachlage die Frage nach Schein und Wirklichkeit ihren Sinn verloren. Wir haben hier die Elemente der realen Welt und die Elemente des Ich zugleich vor uns. Was uns allein noch interessieren kann, ist ihre funktionale Abhängigkeit voneinander. — Wenn wir das (engere) Ich unbefangen betrachten, so zeigt sich dieses ebenfalls als ein funktionaler Zusammenhang der Elemente. Nur ist seine Form etwas anders geartet als im »physischen« Gebiete. Man denke nur an das verschiedene Verhalten der »Vorstellungen« gegenüber jenem der Elemente des psychischen Gebietes, an die assoziative Verknüpfung der letzteren. Ein unbekanntes und unerkennbares Etwas hinter diesem Getriebe haben wir nicht nötig. Ein fast noch Unerforschtes steht allerdings

hinter dem Ich; es ist unser Leib. Aber mit jeder neuen physiologischen oder psychologischen Beobachtung wird uns das Ich besser bekannt. Die introspektive und experimentelle Psychologie, die Hirnanatomie und Psychopathologie, welcher wir schon so viele Aufklärungen verdanken, arbeiten hier der Physik (im weitesten Sinne) kräftig entgegen, um sich mit ihr zu eindringenderer Wirksamkeit zu ergänzen. Wir können hoffen, daß sich alle vernünftigen Fragen nach und nach der Beantwortung nähern werden.

Nicht das Ich ist das Primäre, sondern die Empfindungen bilden das Ich. Ich empfinde Grün, heißt, daß das Element Grün in einem gewissen Komplex von anderen Elementen (Empfindungen, Erinnerungen) in meinem Ich vorkommt. Wenn ich sterbe, so kommen die Elemente nicht mehr in der gewohnten geläufigen Gesellschaft vor. Damit ist alles gesagt. Nur eine ideelle, denkökonomische, keine reelle Einheit hat zu bestehen aufgehört. Das Ich ist keine unveränderliche, bestimmte, scharf begrenzte Einheit. Nicht auf die Unveränderlichkeit, nicht auf die Unterscheidbarkeit von anderen, nicht auf die scharfe Begrenzung kommt es an, alle diese Elemente variieren im individuellen Leben von selbst und ihre Veränderung wird sogar vom Individuum angestrebt. Wichtig ist nur die Kontinuität, welche nur ein Mittel ist, den Inhalt des Ich vorzubereiten und zu sichern. Dieser Inhalt und nicht das Ich ist die Hauptsache, denn bis auf geringfügige, wertlose, persönliche Erinnerungen, bleibt er nach dem Tode des Individuums in andern erhalten. Die Bewußtseinselemente eines Individuums hängen untereinander stark, mit jenen eines anderen schwach und nur gelegentlich zusammen. Bewußtseinsinhalte von allgemeiner Bedeutung durchbrechen aber diese Schranken und führen, unabhängig von der Person, durch welche sie sich entwickelt haben, ein unpersönliches, überpersönliches Leben fort. Zu diesem beizutragen, gehört zu dem größten Glück des Künstlers, Forschers, Erfinders, Sozialreformers.

Was den Raum anlangt, so unterscheidet Mach scharf zwischen dem geometrischen und dem physiologischen Raum; diesen Unterschied präzisiert zu haben, ist ein großes Verdienst Machs. Der geometrische (euklidische) Raum ist homogen, unbegrenzt und unendlich, der physiologische nicht homogen, begrenzt und endlich. Dem oben und unten, links und rechts, nah und fern entsprechen vollständig verschiedene Empfindungen. Der physiologische Raum ist auch nicht metrisch; das Augenmaß, die quantitiven Entfernungen entwickeln sich erst durch physikalisch-metrische Erfahrung.

Mach hat wohl zuerst die Annahme eingeführt, daß unser Raum ein spezieller Fall eines allgemein denkbaren Falles von mehrfacher quantitativer Mannigfaltigkeit sei. Aber unser physiologischer Raum, der Raum des Gesichtes und Getastes ist eine dreifache Mannigfaltigkeit, die durch unsere körperliche Organisation gegeben ist.

Ein absoluter Raum ist ebenso haltlos wie eine absolute Zeit. Für den Naturforscher ist jede zeitliche Bestimmung die abgekürzte Bezeichnung der Abhängigkeit einer Erscheinung von einer anderen und durchaus nichts weiter.

Auch bezüglich der Zeit unterscheidet Mach scharf zwischen der physiologischen (die auf unserer Zeitempfindung beruht) und der physikalischen, bei welcher letzterer wir identische oder wenigstens als identisch vorausgesetzte Vorgänge als Maßstab anlegen, wie Pendelschwingungen, Erdrotation usw. Gewöhnlich wird dann an Stelle der Zeitempfindung eine Raumempfindung (Drehungswinkel der Erde, Weg des Zeigers auf dem Zifferblatt) gesetzt. Ähnlich richtet sich unsere Temperaturbestimmung

nicht nach unserer Wärmeempfindung, sondern nach der Ausdehnung des Quecksilbers im Thermometer.

Kausalität. Schon Aristoteles unterschied zwischen wirkender Ursache und Endursache oder Zweck. Bei physikalischen Erscheinungen denken wir durchaus an ihre Ursachen, bei biologischen an ihren Zweck. Die Beschleunigung eines Körpers ist durch die wirkenden Ursachen, durch die Gegenwart anderer gravitierender, magnetischer, elektrischer Körper bestimmt. Die Wachstumserscheinungen einer Pflanze, eines Tieres in ihren eigentümlichen bestimmten Formen, die Instinkthandlungen eines Tieres vermögen wir gegenwärtig meist nicht aus wirkenden Ursachen abzuleiten, sie werden aber aus dem Zweck der Selbsterhaltung, der Erhaltung der Art verständlich. Erst in neuerer Zeit ist durch pflanzen- und tierphysiologische Versuche (Sachs, Loeb) ein kausales Verständnis von biologischen Tatsachen angebahnt worden. Wie nützlich der Zweckbegriff der biologischen Forschung gewesen ist, darüber gibt die Geschichte der Wissenschaft Aufschluß. Man denke nur an Keplers Untersuchung des Auges. Die Akkommodation war ihm nach dem Zweck des Auges, nach der Tatsache deutlichen Sehens in verschiedener Entfernung nicht zweifelhaft. Der Vorgang der Akkommodation wurde erst dritthalb Jahrhunderte später durch Helmholtz enthüllt. Harvey versuchte sich den Zweck der Stellung der Herz- und Venenklappen klar zu machen und entdeckte den Blutlauf.

Die antiken Forscher unterschieden noch nicht scharf zwischen Ursache auf physikalischem und Zweck auf biologischem Gebiete. Aristoteles läßt die schweren Körper ihren Ort suchen, Heron glaubt, daß die Natur das Licht aus Ersparungsrücksichten auf den kürzesten Wegen führe. Durch eine unscheinbare Wendung des Gedankens kann übrigens jede teleologische Frage so formuliert werden, daß der Zweckbegriff aus dem Spiel bleibt. Das Auge sieht in verschiedene Entfernungen deutlich; sein dioptischer Apparat muß also veränderlich sein. Herz- und Venenklappen öffnen sich alle in demselben Sinne, folglich ist die Blutbewegung nur in diesem Sinne möglich.

Die alte Vorstellung von der Kausalität ist etwas apothekermäßig: Auf eine Dosis Ursache folgt eine Dosis Wirkung. Die Verhältnisse in der Natur sind aber selten so einfach, daß man nur eine Ursache und nur eine Wirkung angeben könnte. Daher hat Mach versucht, den Ursachenbegriff durch den mathematischen Funktionsbegriff zu ersetzen: Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander, genauer Abhängigkeit der Merkmale der Erscheinungen voneinander, ein Begriff, der sowohl der Erweiterung als der Beschränkung fähig ist. Ein einfaches Beispiel gibt das Verhalten gravitierender Massen. Die Massen $A, B, C, D$.. bestimmen einander gegenüber Beschleunigungen, welche mit den Massen zugleich gegeben sind. Die Beschleunigungen geben die Geschwindigkeiten an, welche in einer künftigen Zeit erreicht sein werden. Es sind dadurch die Lagen von $A$, $B$, $C$, $D$.. für jede Zeit bestimmt. Das physikalische Zeitmaß gründet sich aber auf die Drehung der Erde, also auf Raummessung. Es ergibt sich also wieder Abhängigkeit der Lagen voneinander. So kommt auch in anderen Fällen, z. B. beim Mariotte-Gay-Lussacschen Gesetze $\frac{PV}{T} =$ Const. alles auf gegenseitige Abhängigkeit hinaus.

Das letzte große Werk Machs: »Erkenntnis und Irrtum« gibt Skizzen zur Psychologie der Forschung und zur Methodenlehre. Der an sich trockene Stoff ist durch die mit außerordentlichem Geschick und Takt gewählten Beispiele aus der Geschichte der Forschung belebt und dadurch

außerordentlich anregend gemacht worden. Von den Prinzipien, welche seine Methodenlehre heraufgeführt hat, ist eines der wichtigsten und am häufigsten genannten das Prinzip der Ökonomie, welches Mach in der feierlichen Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft zu Wien am 25. Mai 1882 in einem ebenso gehaltvollen als formvollendeten Vortrag proklamiert hat[1]). Seit dem Beginn seiner Lehrtätigkeit vertritt Mach die Ansicht, daß es bei der Wissenschaft hauptsächlich auf Bequemlichkeit und Ersparnis im Denken ankommt. Die Physik mit ihren Formeln, mit der Potentialfunktion, ist besonders geeignet, diese Ansicht klarzulegen. Das Trägheitsmoment, das Zentralellipsoid usw. sind nichts wie Surrogate, durch die man sich die Betrachtung der einzelnen Massenpunkte erspart. Besonders klar fand Mach diese Ansicht bei dem bekannten Nationalökonomen E. Herrmann, von welchem er den Ausdruck angenommen hat: »Die Wissenschaft hat eine ökonomische oder wirtschaftliche Aufgabe.« Die Naturwissenschaft erkennt als ihr Ziel den sparsamsten, einfachsten begrifflichen Ausdruck der Tatsachen. Am meisen ausgebildet ist die Gedankenökonomie in der Mathematik. Die Mathematik beruht auf der Vermeidung aller unnötigen Gedanken, auf der größten Sparsamkeit der Denkoperationen. Wenn wir beim Multiplizieren einer mehrstelligen Zahl durch Benützung des Einmaleins die Resultate schon ausgeführter Zähloperationen verwenden, wenn wir beim Gebrauche von Logarithmentafeln neu auszuführende Zähloperationen durch längst ausgeführte ersetzen, wenn wir Determinanten gebrauchen, statt die Lösung eines Gleichungssystemes immer wieder von neuem zu beginnen, wenn wir neue Integralausdrücke in altbekannte zerlegen, so sehen wir hierin ein schwaches Abbild der geistigen Tätigkeit eines Lagrange, eines Cauchy, eines Gauss, die mit dem Scharfblick von Feldherren für neu auszuführende Operationen ganze Scharen schon ausgeführter eintreten lassen.

Ein weiteres Prinzip, das der Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und der Gedanken aneinander, wurde schon erwähnt. Die Anpassung der Gedanken an die Tatsachen erfolgt durch die Beobachtung, die Anpassung der Gedanken aneinander durch die Theorie. Die Ergebnisse dieser Prozesse finden ihren Ausdruck in Begriffen und Urteilen. Das Ideal der ökonomischen und organischen Zusammenpassung der einem Gebiete angehörigen Urteile ist erreicht, wenn es gelungen ist, die geringste Zahl einfacher und unabhängiger Urteile zu finden, aus welchen sich alle übrigen als logische Folgen ergeben, das heißt ableiten lassen. Ein Beispiel eines solchen geordneten Systemes von Urteilen ist die Euklidische Geometrie.

Ein weiteres, sehr fruchtbares Prinzip ist jenes der Variation, die Grundmethode des Experimentes: Was wir durch das Experiment erfahren wollen, ist die Abhängigkeit, bzw. Unabhängigkeit einer Erscheinung von einer Anzahl von Elementen. Könnte man jedes Element für sich allein variieren, so wäre die Untersuchung leicht. Allein die Elemente hängen meist gruppenweise zusammen, manche können nur miteinander variiert werden und jedes Element wird gewöhnlich von mehreren anderen, und zwar in verschiedener Weise beeinflußt. Mit der wachsenden Zahl der Elemente wächst aber die Zahl der Kombinationen, die durch den Versuch durchzuprobieren sind, so rasch, daß eine systematische Erledigung der Aufgabe unmöglich wird.

Erleichtert wird die Untersuchung, wenn man alles ausschaltet, was auf die Elemente, deren Abhängigkeit von anderen man prüfen will, keinen

---

[1]) Populärwissenschaftliche Vorlesungen, 4. Auflage, Seite 217.

Einfluß übt und so das Gebiet der Untersuchung einschränkt. Le Monnier zeigt, daß hohle und massive Leiter sich in bezug auf die elektrische Ladung ganz gleich verhalten und schränkt dadurch die Untersuchung auf die Abhängigkeit der Ladung von der Größe und Form der Oberfläche ein.

Die Beseitigung dessen, was die zu verfolgende Abhängigkeit verdeckt oder stört, ist ungemein wichtig. Bei Untersuchung der Spiegel- und Linsenfehler blenden Foucault und Toepler das regelmäßig reflektierte und gebrochene Licht ab und es gelangt nur das von den Fehlern herrührende, nun nicht mehr von anderem überdeckte Licht zur Wahrnehmung, wodurch eine der feinsten optischen Methoden gewonnen ist.

Große Experimentatoren haben stets die Anordnung ihrer Versuche so vereinfacht, daß nur das zu Untersuchende sich äußerte und alle übrigen Einflüsse unmerklich werden. Man beachte z. B. die geniale Art, in welcher Ramsden die thermische Längenausdehnung der Stäbe bestimmt, und die nicht minder sinnreiche Methode von Dulong und Petit zur Bestimmung des kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers nach dem hydrostatischen Prinzip. Die Schriften der großen Forscher sind reich an Mustern dieser Art.

Die Kapitel über das Gedankenexperiment, über die Leitmotive des physischen Experimentes, über Ähnlichkeit und Analogie als Leitmotive der Forschung, über die Hypothese, das Problem, die Voraussetzungen der Forschung gehören so wie die Beispiele von einzelnen Forschungswegen zu den interessantesten Kapiteln dieses wunderbaren Buches, das mit einer außerordentlichen Weite des Gesichtskreises, mit einer ungeheuren Fülle von Tatsachen eine unendliche Tiefe des Blickes verbindet.

---

Als Mach dieses Buch schrieb, war seine Autorität schon fest gegründet; er hat aber lang genug auf Anerkennung und Erfolg warten müssen. Als sein Buch »Die Mechanik in ihrer Entwicklung« erschien, fand es nur wenig Anklang, aber vielfachen entschiedenen Widerspruch. Nur wenige Freunde, vor allem Ingenieur Josef Popper-Lynkeus, interessierten sich für die geäußerten Gedanken und ermunterten den Autor. Nicht viel besser erging es Mach mit seiner »Analyse der Empfindungen«. Er wurde vielfach mißverstanden und fand eine zahlreiche Gegnerschaft. In seinem Alter hat sich sein wissenschaftlicher Ruf rapid gesteigert, und zwar nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika, selbst in Japan. Seine Auffassung des Ich-Problems, die ja eine vollständige Annullierung des Ichs ist, hat ihm selbst in Indien, wo seit vielen Jahrhunderten im Buddhismus eine analoge Auffassung herrscht, Anhänger geworben, was ihn vielleicht ebenso gefreut hat, wie seinerzeit Schopenhauer die Entdeckung, daß die Grundlagen seiner Lehre in den Upanishads enthalten seien.

Obwohl es Mach gerade in der Philosophie nicht an Gegnern fehlt, so erscheint doch kaum ein modernes philosophisches Werk, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder widersprechend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker Eduard v. Hartmann zitiert Mach in seinem Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgend einen anderen Autor.

Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten haben ihm Werke, in denen sie sich auf seine Ideen stützen, gewidmet. So Ostwald seine »Naturphilosophie«, Petzold sein »Weltproblem«, Kleinpeter seine »Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart«, Ludo Hartmann seine »Historische Entwicklung«.

Eine überaus anziehende Charakteristik der Persönlichkeit Machs hat sein langjähriger Freund, der Ingenieur Josef Popper-Lynkeus, kurz nach Machs Tode entworfen. Er schreibt[1]).

»Wer Mach kannte, bekam den Eindruck einer angenehmen, höchst gutmütigen und dabei geistig energischen Physiognomie; selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftmut und Güte an sich. Ich ging mehr als ein halbes Jahrhundert mit Mach um und konnte ihn in seinem privaten und wissenschaftlichen Charakter genau genug beobachten. Ich fand, daß er gegen jedermann, der ihm in die Nähe kam, ob es nun ein berühmter Gelehrter oder ein ganz ungebildeter Mann war, stets freundlich und wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede ihm noch so unsympathische Ansicht und vor allem — selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit — von der vollkommensten, natürlichsten Bescheidenheit. Ich lernte niemals einen Menschen kennen, der in der privaten, wie in der öffentlichen Diskussion eine solche Gesittung bewiesen hätte; niemals hielt er sich an die Person, stets an die Sache, und in seinen Schriften war er in Anerkennung der Leistungen anderer stets von der größten Redlichkeit und Bereitwilligkeit.«

Lassen Sie mich mit den begeisterten Worten Beers[2]) schließen:

»Ein origineller Denker ersten Ranges, ein Genie an rücksichtsloser, vor keiner Dogmenschranke haltender Zweifelsucht und zugleich härtester Gedankenselbstzucht, ein mutig über alles Todreife hinwegmähender Vereinfacher, ein Künder neuer Werte mußte erstehen, um jener dem neunzehnten Jahrhunderte so charakteristischen Verwirrung und Zerfahrenheit der Begriffe ein Ende zu machen, sphynxartig narrende Unlösbarkeiten auf verkehrte Fragestellung zurückzuführen, die Drachenbrut der Scheinprobleme zu ersticken. Solch ungeheure Tat im ersten Ansturm geleistet zu haben, ist Machs unsterbliches Verdienst.«

---

Selbstverlag des Verfassers. — Buchdruckerei Carl Gerold's Sohn in Wien.

18

Abhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft ISIS in Dresden, 1916.

# Ernst Mach, dem naturwissenschaftlichen Denker, zum Gedächtnis.*)

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. G. **Helm.**

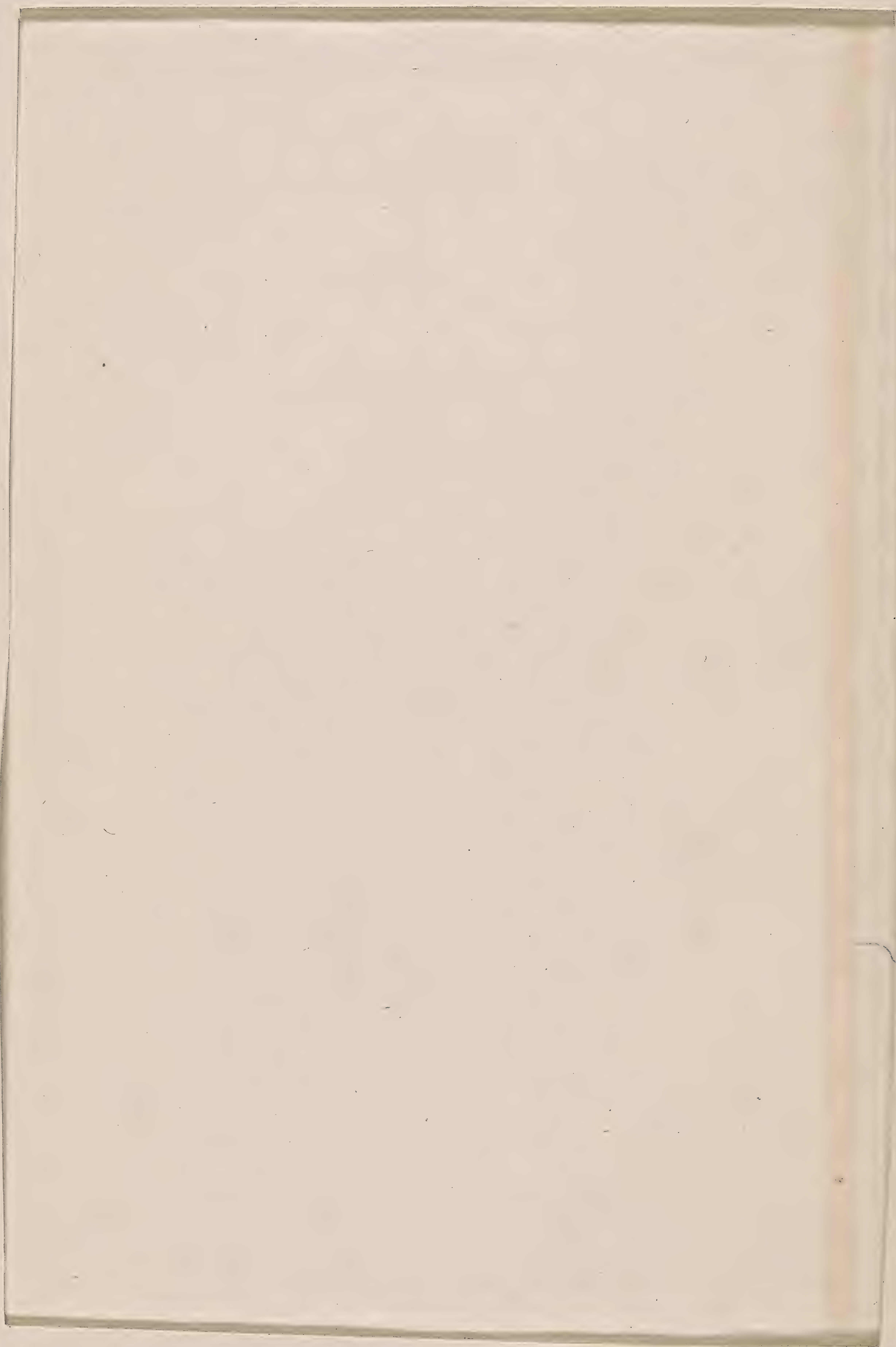
Die Absicht dieses Abends ist, uns in die Gedankenkreise des tiefen Denkers zu versenken, der, im Anfange dieses Jahres aus dem Leben geschieden, nachhaltig weiter wirken wird als einer der hervorragendsten Begründer einer grundsätzlich entschiedenen Philosophie der Erfahrung. Lassen Sie mich darlegen, was aus seinem Gedankenleben dauernd das naturwissenschaftliche Denken bereichern und klären wird.

Viele betonen heute ihren Erfahrungstandpunkt, auch aufserhalb der naturwissenschaftlich gerichteten Kreise, und sind doch weit entfernt, die strengen Folgen dieses Standpunktes anzuerkennen oder auch nur zu kennen.

Die geologischen Schichten der Erdrinde bilden ein bekanntes Erfahrungsergebnis. Welche Erfahrungen liegen aber dieser einfachen Übersicht zugrunde? Doch sicherlich die unzählig vielen Aufschlüsse und Schürfungen, die sich über die ganze bewohnte Erde und über einen Zeitraum von mehr als einem Jahrhundert verteilen; und bei jeder einzelnen sind wieder zahlreiche Blicke nötig auf die geologische Gesamtlage wie auf die ihr entnommenen Gesteinstücke, deren Untersuchung die Berücksichtigung mannigfacher physikalischer und chemischer Tatsachen veranlafst; tausendfältige meteorologische und astronomische Erfahrungen müssen dazu treten, um das Bild zu entwickeln, das wir uns vom Aufbau der Erdrinde machen. Eine schier ungeheure Fülle von Einzeleindrücken, von Erfahrungselementen, ist zu umfassen — und jene Übersicht der Schichten bringt Ordnung in die Verwirrung der Einzelheiten. So erscheint jede auf Erfahrung gegründete Wahrheit wie ein Katalog zahlreicher Einzelerfahrungen. Nur diese sind uns von der Natur gegeben, die Inventarisierung tragen wir in die Naturbeobachtungen hinein, um diese leichter, übersichtlicher beherrschen zu können, und der Katalog wird umgeordnet, wenn es zweckmäfsig erscheint. So haben z. B. Meteorologie und Chemie in den letzten Jahrzehnten die Anordnung ihres Erfahrungsmaterials mehrfach gründlich abgeändert, um ihm neue Erfahrungen einzugliedern, während die Astronomie seit zwei Jahrhunderten eine ungeheure Menge neuer Beobachtungen ohne

*) Vortrag in der Hauptversammlung der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis-Dresden am 25. Oktober 1916.

*



# Ernst Mach, dem naturwissenschaftlichen Denker, zum Gedächtnis.*)

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. G. Helm.

Die Absicht dieses Abends ist, uns in die Gedankenkreise des tiefen Denkers zu versenken, der, im Anfange dieses Jahres aus dem Leben geschieden, nachhaltig weiter wirken wird als einer der hervorragendsten Begründer einer grundsätzlich entschiedenen Philosophie der Erfahrung. Lassen Sie mich darlegen, was aus seinem Gedankenleben dauernd das naturwissenschaftliche Denken bereichern und klären wird.

Viele betonen heute ihren Erfahrungstandpunkt, auch aufserhalb der naturwissenschaftlich gerichteten Kreise, und sind doch weit entfernt, die strengen Folgen dieses Standpunktes anzuerkennen oder auch nur zu kennen.

Die geologischen Schichten der Erdrinde bilden ein bekanntes Erfahrungsergebnis. Welche Erfahrungen liegen aber dieser einfachen Übersicht zugrunde? Doch sicherlich die unzählig vielen Aufschlüsse und Schürfungen, die sich über die ganze bewohnte Erde und über einen Zeitraum von mehr als einem Jahrhundert verteilen; und bei jeder einzelnen sind wieder zahlreiche Blicke nötig auf die geologische Gesamtlage wie auf die ihr entnommenen Gesteinstücke, deren Untersuchung die Berücksichtigung mannigfacher physikalischer und chemischer Tatsachen veranlafst; tausendfältige meteorologische und astronomische Erfahrungen müssen dazu treten, um das Bild zu entwickeln, das wir uns vom Aufbau der Erdrinde machen. Eine schier ungeheure Fülle von Einzeleindrücken, von Erfahrungselementen, ist zu umfassen — und jene Übersicht der Schichten bringt Ordnung in die Verwirrung der Einzelheiten. So erscheint jede auf Erfahrung gegründete Wahrheit wie ein Katalog zahlreicher Einzelerfahrungen. Nur diese sind uns von der Natur gegeben, die Inventarisierung tragen wir in die Naturbeobachtungen hinein, um diese leichter, übersichtlicher beherrschen zu können, und der Katalog wird umgeordnet, wenn es zweckmäfsig erscheint. So haben z. B. Meteorologie und Chemie in den letzten Jahrzehnten die Anordnung ihres Erfahrungsmaterials mehrfach gründlich abgeändert, um ihm neue Erfahrungen einzugliedern, während die Astronomie seit zwei Jahrhunderten eine ungeheure Menge neuer Beobachtungen ohne

*) Vortrag in der Hauptversammlung der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis-Dresden am 25. Oktober 1916.

tiefer gehende Erschütterung ihrer Theorien, ihres Katalogisierungsystems, aufzunehmen vermochte. Die Wissenschaft verfährt da ganz wie unser alltägliches Denken. Wer diese weifsen Dinge da vor der schwarzen Tafel liegen sieht, ist geneigt, sie mit dem Namen Kreide in den Katalog seiner Alltagserfahrungen einzutragen, und damit zu erledigen, was er von ihnen zu erwarten hat. Wenn aber auch nur eine weitere Erfahrung, das Befühlen oder ein Strich damit auf der Tafel, nicht zur Inventarnummer Kreide stimmt, geben wir ohne weiteres die anfängliche Einordnung preis und finden eine passendere.

Diesen Aufbau der Wissenschaft wie des Alltagsdenkens aus Einzelerfahrungen, aus Erkenntniselementen, in klarer Folgerichtigkeit durchschaut zu haben, ist Machs Lebenswerk. Alle Naturgesetze, wissenschaftlichen Begriffe und Theorien, die Körper selbst und die Stoffe, Raum, Zeit und Kausalität sind ihm nur Hilfsmittel zur Beschreibung all der vielfältigen Beziehungen, in denen jene Elemente zu einander stehen. Die Elemente der Erfahrung sind die Bausteine, aus denen das Gebäude der Wissenschaft errichtet wurde, die Raumanlagen in ihm aber, die Gewölbe und Säulen, die ganze Architektur dieses Gebäudes, der Stil, mit dem es auf uns wirkt, ist nicht von der Erfahrung vorgeschrieben, kann abgeändert und ganz preisgegeben werden, um neue Bausteine unterzubringen, bedenklich gewordene zu verwerfen. Den Jünger der Wissenschaft lehrt man vor allem, ihr Gebäude als Ganzes erfassen, führt ihn in jenen Katalog ein, lehrt ihn etwa, um auf unser Beispiel zurückzukommen, die geologischen Schichten kennen: — aber der Meister weifs, dafs es sich letzten Endes um die letzten Elemente der Erfahrung handelt, auf denen das Lehrgebäude aufgebaut ist; erweist sich eine Gruppe dieser Elemente verbesserungsbedürftig oder verwerflich infolge des Eintretens neuer Erfahrungselemente, so kann das ganze Gebäude unzureichend, ja hinfällig werden und mufs sich Anbauten oder völligen Umbau gefallen lassen.

Das alles ist für jeden Mann der Erfahrung so klar und selbstverständlich, dafs er verwundert ist, wenn man darüber Worte verliert. Und doch ist diese der Erfahrung angemessene Auffassungsweise keineswegs die herrschende, auch nicht bei den Vertretern der Erfahrungswissenschaft. So sagt z. B. Wiechert an einer Stelle, wo er die Art des physikalischen Denkens schildern will: „Ich blicke auf und sehe vor mir das Bereich meines Arbeitszimmers mit seiner mannigfachen Einrichtung. Ich merke dabei aber nichts davon, dafs in jedem, für meine Vorstellung winzig kleinen Teile des frei scheinenden Raumes im Zimmer unfafsbar viele Atome in lebhafter Bewegung sind, dafs dort beständig vielfache chemische und physikalische Prozesse vor sich gehen, dafs oftmals Atome zerspringen u. s. f. Ich merke auch nichts davon, dafs der scheinbar freie Raum des Zimmers durchflutet wird von den mannigfachen elektrodynamischen Wellen, nichts davon, dafs die Gravitation von allen Teilen der Erde, vom Mond und von der Sonne diesen Raum durchzieht usw.! Werden die Menschen jemals mehr als unsichere Vermutungen über die Struktur der den Sinnen zunächst verborgenen Welt gewinnen können?“ Eine verborgene, sinnenfremde Welt erhebt sich als Vorstellung des Physikers, „die Welt ist meine Vorstellung“ kennzeichnet sein Denken und führt zu jenem Du Bois Reymondschen Ignoramus! Ignorabimus!, das je nach der Stimmung des Einzelnen verzweifelt oder gottergeben klingt!

Recht schneidend ist der Gegensatz der beiden Standpunkte zu öffentlicher Erörterung gelangt, als 1909 Planck in dem Vortrage „Die Einheit des physikalischen Weltbildes“ die Machsche Anschauungsweise absprechend zur Seite schob und mit den Schlufsworten: „An ihren Früchten sollt ihr sie erkennen“ die Lehre Machs zu treffen meinte. Gekränkt erwiderte Mach 1910 in dem Aufsatz: Die Leitgedanken meiner naturwissenschaftlichen Erkenntnislehre, dafs Planck eine Sache bekämpfe, die er gar nicht kannte, die seiner Denkrichtung und Denkübung gänzlich fern lag. „Ein Versuch, den Gegner zu verstehen, sollte doch vorausgehn.“ In der Tat, wer sich in Machs Gedankenwelt vertieft, den Gewohnheitstandpunkt überwunden hat, der weifs, welch ein Umdenken alles Gedachten dazu gehört. (Planck erwiderte 1910 Vjschr. f. wiss. Philos.)

Zwei Anschauungsweisen stehen also einander schroff gegenüber. Die eine: Gegeben ist nichts als die Erfahrung; die Sinne, die inneren und äufseren Empfindungen geben uns die ganze Wirklichkeit. Die Wahrheit ist der Katalog der Erfahrungstatsachen. Die Wahrheit suchen, heifst den Katalog umordnen. Dagegen die andere: Was die Sinne uns bieten, ist Schein, die Wahrheit steht dahinter als das eigentlich Existierende, noch zum Teil uns verschleiert, steht höher als aller Sinnenschein, göttergleich über ihm. Die Wahrheit suchen, heifst aus dem Bereiche trüber Täuschungen vordringen in das Reich des ewigen, von uns Menschen unabhängigen Daseins. Die erstere Anschauungsweise vergifst nie, rückwärts blickend, zu sichern: Wo wurzelt unser Denken? Die zweite hat ein hehres Ziel vor Augen und hält seine selbständige, von uns unabhängige Existenz von vornherein gewifs.

Die zweite ist uns durch Gewöhnung geläufig geworden. Wie tief sie in den Grundlagen unserer Kultur, in orientalischem und griechischem Denken ruht, wie fest sie sich z. B. in den Religionen verankert hat, erkennt man sogleich bei der Erwägung, dafs zu den Gedankenbildungen, die nach der ersten Anschauung nur als Zusammenfassung zahlreicher Erfahrungselemente anzusehen sind, auch unser eigener Körper, auch unser Ich, unsere Seele gehört.

Vor allem ist es die Sprache, die unser Denken gewohnheitsmäfsig immer wieder in die zweite Anschauungsweise verführt. Die blühende Rose sehe ich vor mir als eine Gesamtheit zahlreicher Einzeleindrücke und nach der ersten Anschauungsweise ist sie nichts anderes als diese Gesamtheit. Aber die Sprache zwingt meine Gedanken in die Form: Die Rose blüht. Und weil die Rose auch duftet, rot ist, Dornen trägt und dergleichen, auch dann noch Rose heifst, wenn die eine oder andere Eigenschaft fehlt, z. B. die rote Farbe im Dunkeln, so wird man zu dem leichtsinnigen Gedankensprung verleitet, dafs solche Eigenschaften und manche anderen ihr zukämen, wenn niemand es wahrzunehmen vermöchte, dafs sie unabhängig von Erfahrung und Erfahrungsmöglichkeit vorhanden sei: aus dem Subjekt Rose wird eine Substanz, wird ein Ding an sich.

Allerdings scheint es manchmal, als ob dieser zurzeit noch sehr allgemein festgehaltene Gewohnheitstandpunkt der Philosophen doch auch im gemeinen Bewufstsein zu veralten beginnt. Dem Feuer als Subjekt derartiger Erfahrungsätze, wie sie eben von der Rose ausgesagt wurden, dürften schon wenige Menschen selbständige Existenz beilegen, es erscheint bereits den meisten als nichts anderes, wie die wandelbare Gesamtheit der Einzelerfahrungen, die mit dem Namen Feuer verknüpft werden. Und

die Prädikate nun gar haben auf unserer Kulturstufe ganz aufgehört, als Substanzen existierend gedacht zu werden. Das Blühen der Rose, des Baumes usw. als selbständiges Wesen aufzufassen, als Blütenfee, als Blütengott, gelingt nur noch in poetisch gehobener Stimmung als letztes Überbleibsel vergangener überwundener Gewöhnungen. So wie man das Blühen denkt oder das Feuer, so, fordert Mach, fordert der Erfahrungstandpunkt, mufs man auch die Rose und alle Körper denken, als Gesamtheit der durch sie zusammengefafsten Erfahrungen und darf nichts über die Erfahrung hinausliegendes dazu denken, ohne sich bewufst zu sein, dafs dies hinzugedichtet ist.

Haben wir diese unwiderlegliche Forderung der Erfahrungskritik immer vor Augen, auch wir auf dem Gebiete der Erfahrungswissenschaften? Sind wir uns immer bewufst, dafs z. B. Viola tricolor ein blofses Schema der botanischen Systematik ist, eine Katalognummer, dafs ihre Definition keinen Erfahrungsgegenstand widergibt, sondern einen Mittelzustand unzählig vieler wirklichen Pflanzen? Für die Florenbotanik ist dieser Begriff sehr zweckmäfsig, für Fragen der Züchtung, des Standorts oder der Ernährung völlig unzureichend. Auf diese nur relative Bedeutung aller von unserem Denken aus der Erfahrung abgeleiteten Begriffe eindringlich hingewiesen worden zu sein, das verdanken wir Mach. —

Bevor wir sein Leben und Wirken an uns vorüberziehen lassen, sei noch des Zeitgenossen Machs gedacht, der, in gleichem Sinne wie er, die Erfahrung zum Gegenstand tiefgehender Kritik machte, eines Fachphilosophen, Richard Avenarius (geb. 1843, gest. 1896). Das naive Denken jedes Menschen — so ist sein Ausgangspunkt, — betrachtet etwa den Baum, als Gesamtheit aller seiner Erfahrungen über ihn; auch der Baum, der in der Erinnerung weiter besteht, der im Traum erscheint, ist zunächst nichts über die Erfahrung hinausgreifendes. Wer nun aber die Erfahrung macht, dafs auch der Mitmensch durch Worte und Handlung bekundet, diesen Baum wahrgenommen zu haben, wird zu der die Erfahrung überschreitenden Ansicht geführt, dem Baume draufsen einen andern im Innern des Mitmenschen und nach Analogie dann auch im eignen Innern, in der Seele, beizuordnen. Dies Versetzen des Baumes in die Seele nennt Avenarius Introjektion und sucht auf diese Verdoppelung der Welt in ein Innen und Aufsen alles der Gewohnheitsphilosophie geläufig gewordene Überschreiten der Erfahrung zurückzuführen.

Ernst Mach wurde am 18. Februar 1838 zu Turas im deutschen Gebiete Mährens geboren. Der Vater wird als Pädagog bezeichnet, betätigte sich aber in der hier inbetracht kommenden Zeit als Landwirt in der Nähe Wiens, versuchte u. a., wie in Brehms Tierleben erwähnt wird, den Seidenspinner Yama mayu einzuführen, überhaupt die Seidegewinnung in Österreich zu fördern. Er ebenso, wie die künstlerisch veranlagte Mutter, auch die Schwester, die sich später durch das Buch: Erlebnisse einer Erzieherin hervorgetan hat, mögen mannigfaltig anregend Ernst Machs Entwickelung beeinflufst haben, und da des Vaters vielseitigen Unternehmungen der wirtschaftliche Ertrag versagt blieb, ist dem Sohne der Kampf des Daseins nicht erspart worden. Er studierte seit 1855 in Wien, habilitierte sich dort 1861 für Physik, wurde 1864 Professor in Graz, 1867 in Prag. Dort, wo sich ihm als Rektor 1879 und 1880 Gelegenheit bot, seine deutsche Gesinnung gegen tschechische Ansprüche zu bewähren,

blieb er, bis ihm 1895 eine philosophische Professur in Wien übertragen wurde. Aber nachdem ihn 1898 das Unglück getroffen hatte, durch einen Schlaganfall rechtseitig gelähmt zu werden, trat er 1901 in den Ruhestand. 1912 zog er aus Familienrücksichten nach Haar bei München, wo er am 19. Februar 1916 starb. Die Milde seines Wesens, das Wohlwollende, Hoffnungsfrische, das ihn erfüllte, wird von allen gerühmt, die ihn kannten, besonders eindringlich und ansprechend von Josef Popper-Lynkeus, der 50 Jahre mit ihm befreundet war. Kennzeichnend für seine Persönlichkeit ist wohl auch die Todesanzeige, die er sich selbst geschrieben hat und die nach seinem Tode an seine Bekannten gesendet wurde: „Bei seinem Ausscheiden aus dem Leben grüfst Professor Ernst Mach alle, die ihn kannten, und bittet, ihm ein heiteres Andenken zu bewahren. Das Begräbnis fand im engsten Familienkreise statt. Um stilles Beileid für die Familie wird gebeten."

Unter seinen fachlichen Leistungen auf dem Gebiete der Physik und Sinnesphysiologie sind die Erfolge am berühmtesten geworden, die ihm durch seine Anwendung der Toeplerschen Schlierenmethode auf die Vorgänge in der von einem fliegenden Geschofs erschütterten Luft beschieden waren. Sie sind grundlegend geworden für zahlreiche ballistische Untersuchungen militär-wissenschaftlicher Prüfungsstellen. Auch an seine Arbeiten über die Rolle, die dem Labyrinth im menschlichen Ohr bei der Erhaltung des Körpergleichgewichts zukommt, knüpften sich ganze Reihen von Untersuchungen, die von einem der letzten Nobelpreisträger, von Baranyi, zu einem praktisch medizinischen Erfolge geführt wurden. Andere wissenschaftliche Arbeiten Machs betreffen die stroboskopischen Erscheinungen, das Dopplersche Prinzip, die Gesichtswahrnehmungen und Sinnestäuschungen, die Polarisation und die Interferenz des Lichtes. Ganz besonders fruchtbar betätigte er sich auf dem Gebiete der physikalischen Demonstrationsversuche, von denen nur seine Wellenmaschine, sein Pendel um eine geneigte Achse, sein Polarisationsapparat mit rotierendem Analysator und seine Vorschläge zur Veranschaulichung des Schwerpunkts- und des Flächensatzes genannt sein mögen.

So bedeutend und nachwirkend auch diese Fachleistungen Machs sind, der Anlafs, an dieser Stelle seines Wirkens zu gedenken, sind sie allein nicht, sondern jene tiefe Gedankenschöpfung, deren Tragweite ich bereits gekennzeichnet habe. Sicherlich ist sein Fach, ist die Physik mit ihrer Beobachtungskunst und ihrer Aufmerksamkeit auf die beobachtenden Sinne, eine der wichtigsten Quellen für jene alles menschliche Denken betreffenden letzten Fragen, aber andere Anregungen haben mächtig mitgewirkt, dafs der Ertrag seiner Geistesarbeit weit über sein Fachgebiet und weit über seine Zeit hinausleuchtet.

Zwar Philosoph will er nicht genannt werden, aber die philosophische Eigenart, über das Sonderfach hinaus sich Rechenschaft über unser menschliches Denken überhaupt, über das allgemeine und das alltägliche Denken zu geben, hat ihn doch früh schon erfafst. Er berichtet, dafs ihm schon im Alter von 15 Jahren Kant in die Hände gekommen sei und ihn tief beschäftigt habe. Vor allem reizte das Ding an sich seinen Widerspruch, bis er es innerlich überwunden hatte. Im Zusammenspiel mit seinem Fachgebiet entwickelt sich aus solchen philosophischen Anregungen in ihm die grofse Frage: Was unterscheidet das wissenschaftliche Denken vom Alltagsdenken, welche Abart unserer instinktiven Denktätigkeit ist unsere wissenschaftliche?

Und da hat nun ein anderer grofser Gedankenkreis auch schon sehr früh sein Nachdenken befruchtet: Schon auf der Schule 1854 hörte er von Lamarcks Ideen und 1859 lernte er Darwins Werk kennen. Als biologische Entwickelung erscheint ihm nun der Anstieg von der einfachen Denktätigkeit, die jedes Lebewesen anwendet, um seine Beute zu finden und zu fassen, bis zur wissenschaftlichen Forschung. Jedes Naturgesetz ist eine Einschränkung dessen, was wir vom Naturlauf erwarten können, ebenso wie die Erfahrung im Alltagsleben uns und jedes Lebewesen einschränkend auf die rechten Bahnen der Erhaltung des Einzeldaseins und der Art weist. Alle Erkenntnis ist Anpassung an die Tatsachen, die uns die Erfahrung darbietet.

Schon diese biologischen Gesichtspunkte führen dann Mach weiter dazu, im Denken einen ökonomischen Vorgang zu sehen, der sich auf die einfachste, die bequemste Weise den Erfahrungen anpafst. Unter dem Einflufs des Nationalökonomen Herrmann, des Erfinders der Postkarte, nimmt dieser Gedanke geradezu die Gestalt der wirtschaftlichen Sparsamkeit an, und wir können auch für diesen wesentlichen Zug des Machschen Denkens die Zeit seines ersten Auftretens angeben: in dem 1868 gehaltenen Vortrag über die Gestalt der Flüssigkeiten tritt er zum erstenmale hervor. Übrigens berührt sich Mach auch in diesem Punkte mit seinem Geistesverwandten Avenarius, der in seiner Erstlingschrift das Prinzip des kleinsten Kraftmafses aufstellt. Als Ideal der Ökonomie erschien Mach die Mathematik, deren Formulierungen am strengsten der Forderung entsprechen, die darzustellenden Beziehungen mit geringstem Aufwand wiederzugeben.

Geradezu beherrschend im Mittelpunkte des Machschen Denkens steht der Entwickelungsgedanke. Er führt Mach zunächst zur geschichtlichen Darstellung der Wissenschaft in der Absicht, beim Nachspüren der Entstehung jedes Gedankens aus der Erfahrung ihn kritisch zu klären, ihn loszulösen von dem unnützen Beiwerk, das sich in ihn hineingedrängt hat, die Scheinprobleme wegzufegen.

Da liegt sein letztes Werk vor mir, kurz vor seinem Tode erschienen, nur ein Abrifs, ein Entwurf: Mechanik und Kultur 1915. Er will darauf hinweisen, wie die älteste einfachste Technik zur Wissenschaft, zur Kultur überhaupt, auf einen Jahrtausende langen Wege hinleitet, dafs die eigentlichen Träger der Kultur nicht die Kämpfer und Häuptlinge sind, die etwa in der Steinzeit um den Besitz einer guten Fund- und Bearbeitungstätte für Feuersteine ringen, sondern die von ihnen verachteten und niedergehaltenen Werktätigen, die ihre technischen und wirtschaftlichen Verfahren langsam vervollkommnen und den Nachkommen überliefern.

Vor allem aber gehört hierher das erste gröfsere Werk, das Mach veröffentlichte, und das seinen Ruf begründete: Die Mechanik, in ihrer Entwickelung historisch-kritisch dargestellt 1883. Da wird der Gedanke, den Kirchhoff in seiner Mechanik 1876 ausgesprochen und ausgeführt hatte, die Mechanik hat die Aufgabe, die Bewegungserscheinungen vollständig und auf die einfachste Art zu beschreiben, ebenso in seiner Bedeutung für die geschichtliche Entwickelung der Mechanik verfolgt wie in die Tiefen der Erkenntnislehre. Die Schilderung der Entwickelung unserer Gedanken über den Hebel z. B. oder über den Flüssigkeitsdruck sind Kabinettstücke feinsinniger Darstellung der geistigen Entwickelung. Nicht das ist die Aufgabe der Mechanik, die Bewegungsvorgänge durch Kräfte

zu „erklären“, die geheimnisvoll hinter den Erscheinungen wirken und als deren „wahrhafte“ Ursachen verehrt werden, sondern die Tatsachen der Erfahrung in ihren Beziehungen zu einander so darzustellen, daſs man sie leicht und doch umfassend zu überblicken, zu beherrschen vermag. Daſs Mach in der Wissenschaft wie im Leben ein Beziehungstum erkennt und überall die Relativität bloſszulegen versucht, ist von Einstein, dem Begründer der heutigen Relativitätstheorie glänzend anerkannt worden, der in seinem Nachruf auf Mach in der Physikalischen Zeitschrift vom 1. April d. J. betont, wie nahe der Standpunkt Machs in seiner Mechanik dem jetzigen Relativitätsprinzip verwandt ist. Gegenüber der oben erwähnten unangemessenen Aburteilung durch Planck fällt dieses Lob eines hervorragenden Physikers besonders erfreulich ins Gewicht.

Die relativistischen und ökonomischen Gesichtspunkte seiner Mechanik hat Mach in den Prinzipien der Wärmelehre 1896 weiter verfolgt, und es wird berichtet, daſs er in gleichem Sinne die Optik soweit bearbeitet habe, daſs vielleicht noch deren Veröffentlichung zu erwarten ist. Seine Gesichtspunkte sind von durchschlagendem Erfolge gewesen und werden maſsgebend bleiben für alle geschichtliche und erkenntniskritische Darstellung auf diesen Gebieten. Ich selbst habe in gleichem Sinne die Elektrodynamik 1905 behandelt, die freilich einen weit geringeren Zeitraum umfaſst, als jene bis ins Altertum zurückreichenden Zweige der Physik.

Übrigens beweist die kleine, 1872 erschienene Schrift: Geschichte und Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit, daſs Mach lange vor Erscheinen seiner Mechanik und schon vor dem Erscheinen des Kirchhoffschen Werkes im Besitz der Leitgedanken war, die seine physikalischen Werke beherrschen. Vor allem werden in dieser frühen Arbeit die beiden Weltallsätze von Clausius über die Energie und über die Entropie ihres bombastischen Aufputzes entkleidet und auf ihren wahren Erfahrungswert zurückgeführt.

Nachdem er so seine Betrachtungsweise auf seine Fachwissenschaft erfolgreich angewendet hatte, verallgemeinert Mach seine Untersuchungen auf die menschliche Erkenntnis überhaupt in den Werken: Analyse der Empfindungen 1885 und: Erkenntnis und Irrtum 1905. Aus diesen umfassenden Darlegungen seiner Weltanschauung seien hier nur ein paar Hauptzüge herausgegriffen.

Zunächst das Grundlegende seiner Auffassung über die Wurzel der Erfahrung, die Erkenntniselemente. Daſs er sie anfangs Empfindungselemente nannte, hat viele Miſsverständnisse seiner Meinung veranlaſst. Freilich gibt es für mich keine Erkenntnis ohne meine Empfindung, aber dieser psychische Vorgang ist doch nur eine Seite der ganzen Tatsache, die immer sowohl in psychologischen, wie in physiologischen und physikalischen Beziehungen besteht. Darin hält sich Machs Ansicht, wie die von Avenarius, ganz an das natürliche Weltbild, wie es Jeder hatte, ehe er zu philosophieren begann. Das Machsche Erkenntniselement ist ebensowenig nur im Bewuſstsein, wie es nur in der Auſsenwelt ist: nicht etwa als von auſsen durch den Raum uns zugestrahlte Welle darf es aufgefaſst werden, da ja vielmehr Auſsenwelt und Raum und Strahlung selbst erst aus Erkenntniselementen bestehen, ebenso wie das Bewuſstsein. Das Wort Eindrucksbestandteil für Element würde wohl passend seine Beziehung gleichzeitig zur Eigenorganisation unseres Leibes und unserer Seele, wie

die Beziehung zur Aufsenanregung wiedergeben. Jedenfalls ist diese Grundlage der Machschen Philosophie monistisch, nach ihr sind die Gegenüberstellungen des Idealismus und Realismus, des Sensualismus und Materialismus nicht in der Wurzel unserer Erfahrung begründet. Einen Monismus des Werdens hat Jerusalem die Machsche Weltanschauung genannt und Mach selbst hat diese Bezeichnung gebilligt. Des Werdens! Denn das ist die kennzeichnendste Eigenschaft der Eindruckselemente: sie sind Änderungen, nicht Zustände. Veränderung ist erste Bedingung jeder Erfahrung. Wer nur rot sieht, erfährt nicht, dafs er rot sieht. So sind das wallende Feuer, die wogende Wolke, das Wellenspiel weit zutreffendere Bilder der Tatsachen, als irgend ein unveränderliches Sein. Nicht das Sein ist: Es ist ein Werden!

Sonderlich ist das eigne Ich eine unausgesetzt wechselnde Gesamtheit von Erfahrungselementen, keineswegs eine unveränderliche, unzerstörbare Einheit, wie man es zu denken gewöhnt ist, vielmehr ein Bündel von Elementen, die nur durch verhältnismäfsig festere Beziehungen verknüpft sind, als die der Dinge aufserhalb. Der egozentrische Standpunkt, das cogito, ergo sum, dem das Selbstbewufstsein als die unverbrüchlichste Tatsache feststeht, mufs ebenso überwunden werden, wie einst der geozentrische durch Kopernikus überwunden worden ist. Nach einem geistreichen Worte Lichtenbergs sollte man nicht sagen: Ich denke, sondern: das Subjekt des Satzes dahingestellt sein lassen: Es denkt.

Überall, wo wir, wie im Begriffe Ich, eine Substanz zu denken gewöhnt sind, ist das nur ein Mittel, die Erfahrungen zu ordnen. Raum, Zeit, Ursache und Wirkung, jeder Körper der Aufsenwelt, wie diese selbst, sind Zusammenfassungen gewisser Beziehungen, nach deren Abstreifen kein Kern, kein Absolutes, kein Ding an sich, übrig bleibt. Man überlege sich einmal, warum wir gewohnheitsmäfsig als Ort eines Körpers den Raumteil bezeichnen, wo wir ihn durch den Tastsinn feststellen, warum nicht jeden Raumteil, wo wir ihn sehen, oder gar jeden, wo er wirkt, wie das etwa dem Standpunkte der Potentialtheorie entspräche. Sicherlich stammt alles als absolut Gedachte nicht aus der Erfahrung, Relativismus wäre daher bezeichnender für Machs Standpunkt als der Begriff Positivismus, dem er gewöhnlich untergeordnet wird. Dem Kampf gegen alles Absolute ist auch Machs Abneigung gegen den Atomismus entsprungen. Der atomistische Aufbau hat sich als eine nützliche Zurüstung unseres Denkens erwiesen, um Erfahrungen bequem zu beschreiben, aber gerade er hat wiederholt als mehr wie diese Erfahrungen zu gelten beansprucht, mit den Atomen wird gewohnheitsmäfsig „erklärt". Ebenso verdächtig wie der Atomismus schien Mach auch jeder Versuch, die Energie als Substanz zu behandeln, als über der Erfahrungswelt stehendes Wesen, wie es die alte Kraft war. Wie diese mufs auch das gewohnheitsmäfsige Atom totgeschlagen werden und jeder Begriff, sofern er absolut, sofern er Substanz, sofern er mehr sein will als ein Inbegriff erfahrungsmäfsiger Beziehungen. Nur die Beziehung ist Gegenstand der Erfahrung, nicht das Bezogene, nur das Werden, nicht das Sein. Der mathematische Funktionsbegriff ist das klassische Muster dieser Anschauungsweise, er hält die Beziehung zwischen Zahlen fest, während ihm die Zahlen gleichgültig sind und gewechselt werden können. —

So löst sich der schneidende Widerspruch zwischen der Machschen Auffassung und der Gewohnheitsphilosophie durch die Einsicht, dafs unser

Erkenntnisweg ein Annäherungsverfahren ist. Die auffallendsten Erscheinungen, die wir beobachten, fassen wir als Beziehungen zwischen Dingen, über die wir uns zunächst keine weiteren Gedanken machen, weil sie uns nicht interessieren. Treten auch diese Dinge in das Blickfeld unseres Interesses, so erkennen wir, daſs sie selbst nichts als Beziehungen sind, zu deren Auffassung nun wieder neue Ruhepunkte dienen, deren Wesen wir dahin gestellt lassen. So schreitet die Erkenntnis voran, die Welt der Beziehungen bereichert sich, die Ausruhepunkte, die nicht durchdachten, verschwinden mehr und mehr. Die Geschichte der Atomistik lehrt auf Schritt und Tritt, daſs dies der Gang der Entwicklung ist, und heute sind selbst Begriffe wie Raum und Zeit der Analyse verfallen. Bei diesem Verfahren landen wir schlieſslich auf Begriffen, wie Energie oder Mannigfaltigkeit oder Funktion, denen das Substanzielle abgestreift ist.

Zum Schluſs noch eine Eigenart der Machschen Weltansicht. Indem sie alles Denken, als auf Erfahrung gegründet, umfassend beschreiben will, jede psychische Organisation, auch die der Tiere, der Irren, bekommt sie einen Zug der Milde, ja der Gleichgültigkeit gegen Andersdenkende. Der Asket erfährt, daſs der Herr ihm erscheint, wie der Experimentator erfährt, daſs der Stein beschleunigt fällt. Und wie der Irrtum förderlich in die wissenschaftliche Entwickelung eingegriffen hat, hebt Mach überzeugend hervor. In der Tat, da lediglich die Zweckmäſsigkeit entscheidet, in welcher Weise eine Erfahrungsgruppe zusammenfassend beschrieben wird, werden verschiedene Menschen verschiedene Auffassungen als die ihnen vorteilhaftesten bevorzugen. Ja, für ein und denselben Beobachter kann es bald zweckmäſsig sein, sich die Sonne am Himmel fortschreitend zu denken, bald sie ruhend vorzustellen und die Erde um sie bewegt. Die eine Beschreibung ist nicht wertvoller als die andere, so lange nur Beziehungen in Betracht kommen, für die beide gleich bequem verwendbar sind. Auch hier kein Absolutes!

Aber ist es denn nicht gerade der letzte Zweck alles Nachdenkens über das Denken, zu ruhiger Sicherheit im Gewirre der Erscheinungen zu gelangen, zu entschiedener Haltung in den Stürmen des Lebens? Planck verteidigt in dem oben erwähnten Angriff auf Mach den eignen angewöhnten (Kantschen) Standpunkt damit, daſs die Aufgabe der Wissenschaft, die Wahrheit als hehres Ideal vor sich zu erkennen, schon an sich hingebende Begeisterung erwecke und somit doch für die Entwickelung der Wissenschaft zweckmäſsiger sei als Machs steter Blick rückwärts auf die erfahrungsmäſsigen Wurzeln der Erkenntnis. Gewiſs, das leuchtende Ziel reizt mehr zum Vorwärtsdringen, als die Sicherheit des Rückhalts, und daſs in der Glaubensüberzeugung, in dem Schwunge der Dichtung mächtige Anregungsmittel wirken, wer könnte das verkennen! Indessen, das alles widerspricht nicht der Machschen Auffassungsart. Die menschliche Erkenntnis von allem mystischen Wust und allen Scheinproblemen zu reinigen, ist doch auch ein hehres Ziel, der Begeisterung würdig! Und was die Einwirkung auf andere anlangt, so wird sie freilich für die Beurteilung der Zweckmäſsigkeit ganz wesentlich mitbestimmend wirken müssen, überall, wo pädagogische, politische, ethische oder ästhetische Entscheidungen zu treffen sind. Zweckmäſsiger ist dann eben die Widergabe der Erfahrungen, die auf andere die gröſsere Wirkung ausübt.

Eine Erwägung ist hier allerdings anzufügen, um Machs Ansicht zu halten. Man könnte ihr ja entgegenstellen, daſs wohl im allgemeinen der

Blick auf die Mitmenschen, auf das soziale Ganze, wesentlich sein möge für alle Fragen der Ethik und Ästhetik, doch gerade vor den gröfsten ethischen und ästhetischen Entscheidungen die Beachtung der Anderen versagt. Pflicht und Gewissen entscheiden dann und nicht die Majorität der Zeitgenossen, seinem Ureigensten folgt in seinen gröfsten Augenblicken der Künstler und nicht der Nachfrage des Marktes. Aber auch dieses tiefgründige Bedenken erledigt sich zu Gunsten der Machschen Philosophie, wenn man sich ihrer Auffassung des Ichs erinnert. Es ist ein Sammelbegriff, der Inbegriff all der Erfahrungsbeziehungen zu mir, also ein Mikrokosmos, der den widerspiegelt, den wir als das soziale Ganze bezeichnen. Je reicher nun ein Innenleben die Mannigfaltigkeit der anderen Seelen wiedergibt, je vielseitiger sein Interesse, um so vollkommener wird es imstande sein, Entscheidungen von ethischer und ästhetischer Wirkung zu treffen. In ästhetischer Beziehung ist für uns Deutsche Goethe, in politischer Bismarck, das Muster eines Geistes, der, aus eignen reichen Lebenserfahrungen schöpfend, schöpferisch auf die Umwelt wirkt.

Das Lebensbild Machs wäre unvollständig, wenn ich nicht noch des pädagogischen Interesses gedächte, das — wohl ein Erbstück vom Vater — all sein Wirken durchzieht. Die Pädagogik, diese Technik der Psychologie, hat gewifs Mach auf die ökonomischen Gesichtspunkte geführt, die seine Lehre kennzeichnen. Er hat sie aber auch geradezu betätigt, indem er vortreffliche Schulbücher der Physik schrieb, auch 1863 ein Kompendium für Mediziner. Poskes Zeitschrift für physikalischen Unterricht hat er mitbegründet und sich in einer für die deutschen Realgymnasien noch schweren Zeit 1886 für ihre Eigenart eingesetzt mit der in Dortmund gehaltenen Rede über den relativen Bildungswert der philologischen und der mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer. Vor allem aber zeigen seine physikalischen Demonstrationsapparate den sicheren Blick für das im Unterricht Zweckmässige, und seine populär-wissenschaftlichen Vorlesungen 1896 sind Muster eindringlichster Klarheit. Als ein liebenswürdiges Zeugnis für sein Versenken in andere Eigenart sei noch betont, wie er sich in seinen letzten Jahren eingehend mit Spatzen beschäftigt hat, deren Benehmen als seine Haus- und Tischgenossen mit dem aufmerksamen Blicke des Naturforschers beobachtend.

So steht das Gesamtbild seines Wirkens und Strebens vor mir. Wenn es mir gelungen ist, etwas von seines Geistes Hauch zu seinem Gedächtnis in meinen Worten zu überliefern, dann werden Sie den Eindruck davontragen, dafs auch dieses so stille Gelehrten- und Lehrerdasein, so mifsverstanden oft in seinen tiefsten Zügen, durchlodert ist von jenem Feuer, das uns nie verfliegt,

Von jener Glut, die früher oder später
Den Widerstand der stumpfen Welt besiegt!

---

Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, 1916, S. 13—15.

Geh. Hofrat Prof. Dr. G. Helm spricht über den Sammelbegriff als Grundlage der Wahrscheinlichkeitslehre.

Der Vortragende beginnt mit einem Rückblick auf die Ausführungen, die er 1899 in einer Hauptversammlung der Isis über statistische Beobachtungen biologischer Erscheinungen vorgetragen hat, und erinnert daran, wie damals Geh. Rat Treu eine Reihe schöner Projektionen von Typenbildern des menschlichen Antlitzes vorführte und deren Bedeutung für die Theorie des ästhetischen Urteils und der künstlerischen Phantasie hervorhob. (Isis Sitzungsber. 1899, S. 11f.)

Der von Fechner in die Wissenschaft eingeführte Kollektivgegenstand hat in Statistik, Biologie und Physik eine so beherrschende Stellung erlangt, daſs eine rein formale, mathematische Analyse des Sammelbegriffs geboten erscheint, wie sie streng arithmetisch durch die Sätze von Tschebyscheff und Markoff angebahnt wird und wie sie rein analytisch Bruns 1906 in seiner Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaſslehre durchgeführt hat. Der Vortragende vertritt die Anschauung, daſs Kollektivtheorie und Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht mehr nebeneinander stehen sollten, sondern Wahrscheinlichkeit nichts anderes ist, als eine aus dem Sammelbegriff folgende Zahl, so daſs der Wahrscheinlichkeitsbegriff schlechthin keine Verwendung hat auſser dieser auf den Sammelbegriff gegründeten. Die Häufigkeit, in der eine Gröſsenstufe der im Sammelbegriff vereinigten Einzelgegenstände sich vorfindet, ist die beobachtete Wahrscheinlichkeit dieser Gröſsenstufe, und nichts anderes, nichts, was über diese Erfahrung metaphysisch hinausgeht oder auf Verwechselung von Wahrscheinlichkeit und Wahrscheinlichkeit ihres Zutreffens beruht, darf im Wahrscheinlichkeitsbegriff gedacht werden. Bei dieser Auffassung stellt sich die Reihenfolge der a priori- und a posteriori-Wahrscheinlichkeiten vollständig um, die letzteren sind die uns unmittelbar gegebenen, die ersteren, durch logische Konstruktionen, z. B. durch Spielregeln, festgestellten, bedürfen vor ihrem mathematischen Gebrauch des Nachweises, daſs ihnen ein Sammelbegriff zu Grunde liegt, der sie erst der Messung zuführt.

Dieser logisch konstruierte Sammelbegriff erledigt dann die Forderung aller der zahlreichen Kritiker des alten Wahrscheinlichkeitsbegriffs nach einer quantitativen Bemessung des disjunktiven Urteils, einer Abzählung der gleichmöglichen Fälle, einer Messung der Spielräume u. dergl. Immer erschien ja der bisherigen, auf Glücksspiel und Wette gegründeten Wahrscheinlichkeitslehre eine Aufgabe mathematisch erfaſsbar, sobald sie auf das Urnenschema zurückgeführt, auf dieses abgebildet war, d. h. aber auf den Bernoullischen Sammelbegriff der Glieder einer Binomialentwicklung. Daſs die bis an die letzten Fragen menschlichen Erkennens vorgetriebenen Untersuchungen der Wahrscheinlichkeitslehre im Grunde auf den an fast läppischen Spielen gewonnenen Anschauungen beruhen, ist nun nicht mehr befremdend. Der Sammelbegriff aller Ziehungen aus einer Urne von bestimmter Beschickung mit Kugeln ist vielmehr nur ein, der Anschauung bequem zugängliches Beispiel des Sammelbegriffs überhaupt, der zweifellos in den tiefsten Wurzeln des menschlichen Denkens verankert ist. Das Spiel besteht vor allem deswegen die Erfahrungsproben der auf seine Spielregeln aufgebauten Schlüsse, weil die Spieler selbst eifersüchtig die strenge Einhaltung der Regeln bei jeder praktischen Ausführung überwachen. Daſs man vom Einzelspiel, bevor es gespielt ist, nichts aussagen kann, darin spricht sich die wesentlichste Eigenschaft des Spiels aus, Kollektivgegenstand zu sein: von einem Exemplar eines Kollektivbegriffs weiſs man schlechterdings nichts, als daſs es eben eins von allen im Begriffe zusammengefaſsten ist. Diese Auffassung sowie die Ableitung der Wahrscheinlichkeitslehrsätze aus dem Sammelbegriff hat der Vortragende 1902 in den Ann. d. Naturphilosophie entwickelt.

Die Bayessche Regel, mit der in der alten Wahrscheinlichkeitslehre die Gesamtheit aller Urnen, die eine bestimmte Kugelziehung ermöglichen, auf die Gesamtheit aller Ziehungen aus einer Urne bezogen wird, ergibt sich aus der vorgetragenen Auffassung unmittelbar.

Bernoulli zeigte, daſs sich sein Kollektivgegenstand durch die Krampsche Transzendente in genügender Annäherung darstellen läſst. Unter dem Einfluſs dieser analytischen Darstellung ist wohl der Gauſssche Kollektivbegriff, die Gesamtheit aller Messungen einer Gröſse, entstanden, aber streng zu begründen ist er selbstverständlich nur durch die Erfahrung. Die Erfahrung ergibt, daſs beispielsweise die Länge eines Stabes nicht ein Individuum ist, sondern ein Sammelbegriff. Mag man einen ausgezeichneten Wert, etwa den durchschnittlichen Wert aller Messungen, als Länge des Stabes bezeichnen, bevorzugen, die Erfahrung lehrt, und die kinetische Atomistik begründet es zum Ueberfluſs, daſs die weiteren tatsächlichen Messungen um diesen ausgezeichneten

Wert schwanken und die Abweichungen eine Streuung zeigen, für die sogenannte wahrscheinliche, durchschnittliche, mittlere Beträge angegeben werden können, — alles in logischer Folge aus dem Bernoulli-Gaußschen Verteilungsatze $y = \frac{k}{\sqrt{\pi}} e^{-k^2 x^2}$. Hinsichtlich der Lexisschen Vergleichung zwischen dem Bernoullischen und dem Gaußschen Präzisionsmaß wurde auf das treffliche Buch von Timerding, Das Gesetz im Zufall, Braunschw. 1915, verwiesen.

Die dritte große Anwendungsgruppe des Sammelbegriffs stammt von Maxwell, das Bewegungskollektiv. Die Geschwindigkeitskomponenten der Teile eines Gases zeigen dieselbe Verteilungskurve wie die Glieder der Binomialentwicklung und wie die Messungsfehler, während infolge davon der Geschwindigkeitsgröße selbst ein ganz anderes Verteilungsgesetz $(4 k^3 : \sqrt{\pi}) v^2 e^{-k^2 v^2}$ zukommt. Als Maß der Streuung erscheint die absolute Temperatur des Gases, d. h. die tatsächlichen Geschwindigkeiten der Teile einer Gasmasse schwanken um den durch die augenblickliche Geschwindigkeit der Gasmasse bedingten Mittelwert, der z. B. bei den auf der Erde ruhend erscheinenden Gasen 30 km : sec. ist wegen der Bewegung der Erde um die Sonne. Wie der Maxwellsche Gedanke von Gasen auf alle Körper übertragen werden kann, wie die Brownsche Bewegung (Dr. Haas-Lorentz, Braunschw. 1913) sich ihm fügt, wie von Clausius und von Gibbs geradezu eine statistische Mechanik ausgearbeitet wurde, die jeden Körper als Kollektiv seiner Einzelzustände auffaßt, wie sich hieran seit Boltzmann und Planck die kollektive Begründung des Entropiebegriffs als Linearfunktion des Logarithmus einer Wahrscheinlichkeit angeschlossen hat, — das konnte im Vortrag nur kurz angedeutet werden, um die Weite des Gesichtskreises zu bezeichnen, den der Sammelbegriff für die Physik eröffnet hat. Erscheinungen, wie die der Reibung, des strömenden Wassers, der bewegten Luft, die in der Mechanik nur unter Benutzung von Erfahrungskoeffizienten an die gewöhnliche, sammelbegriffreie Theorie angeschlossen werden können, haben alle das Eigenartige, daß sie Kollektiverscheinungen sind, Streuung um einen ausgezeichneten Wert zeigen, worauf der Vortragende 1907 auf der Dresdener Naturforscherversammlung und in den Ann. der Naturphilosophie hingewiesen hat.

Die weiteren für die wissenschaftliche Entwickelung bedeutsamen Sammelbegriffe, Plancks Sammelbegriff der Strahlung, ferner der seit den ältesten Zeiten der Wahrscheinlichkeitslehre als mathematische Hoffnung, Risiko u. dergl. bearbeitete Sammelbegriff wirtschaftlicher Werte, endlich die biologischen Sammelbegriffe, die besonders seit Galton den Gegenstand der Variationstatistik und der Erblichkeitslehre bilden, wurden ebenfalls nur angedeutet.

In allen diesen, so weit auseinander liegenden Anwendungsgebieten des Sammelbegriffs handelt es sich nun formal immer um dieselbe mathematische Frage: Wie kann man einen Sammelbegriff genügend kennzeichnen, ohne seine Verteilungs- oder seine Summentafel arithmetisch oder geometrisch in allen Einzelheiten wiederzugeben? Die Angabe eines ausgezeichneten Wertes, des Höchstwertes etwa oder des wahrscheinlichen, durchschnittlichen, mittleren genügt nicht, die Auffassung der Gesamtheit als eines Einzelwesens soll ja gerade überwunden werden. Aber auch die Angabe der Präzision oder ihres Reziproken, der Streuung oder des dieser proportionalen wahrscheinlichen, durchschnittlichen, mittleren Fehlers ist bei allen Kollektiven, die nicht dem einfachen Bernoullischen Gesetze folgen, insbesondere nicht Symmetrie zeigen, unzulänglich. Fechner bereits schlug vor, in solchen Fällen die Streuungen beider Seiten der Verteilungskurve getrennt anzugeben, was selbstverständlich nicht im allgemeinen genügen kann. Mathematisch unvollkommen und willkürlich erscheint die von den Biologen in England und Amerika viel benutzte Pearsonsche Aufstellung weniger Typen, deren immer jeder Sammelgegenstand angehören müsse. Dagegen ist die Frage mathematisch völlig erledigt worden durch Bruns in dem oben angeführten Werke.

Die Brunssche Entwickelung gestattet, in jedem Falle nicht nur die Krampsche Transzendente aufzustellen, durch die ein vorgelegter Sammelbegriff am genauesten dargestellt wird, sondern auch seine Abweichung von diesem Normaltypus mit beliebiger Schärfe anzugeben. Freilich wird dabei nicht die Frage gelöst, die in der Biologie eigentlich interessiert, nämlich die Darstellung des Sammelgegenstands durch mehrere Krampsche Transzendenten, mehrere Normaltypen, aus denen er dann nach Erblichkeitsgesetzen hervorgegangen gedacht werden kann. Eine solche, durch Zeichnung oder Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate zu erledigende Zurückführung auf Normaltypen scheint bisher nur gelegentlich in grober Annäherung angewandt worden zu sein.



Mit bestem Dank von A. Höfler
1/6 16.

**Sonderabdruck**

aus:

**Zeitschrift**

für den

# Physikalischen und Chemischen Unterricht.

Begründet unter Mitwirkung von Ernst Mach und Bernhard Schwalbe.

In Verbindung mit

**A. Höfler** in Wien, **O. Ohmann** und **H. Hahn** in Berlin

herausgegeben

von

**F. Poske.**

Verlag von Julius Springer in Berlin W. 9.

**Nicht im Buchhandel.**

Mit bestem Dank von A. Höfler
1/6 16.

**Sonderabdruck**
aus:

**Zeitschrift**
für den

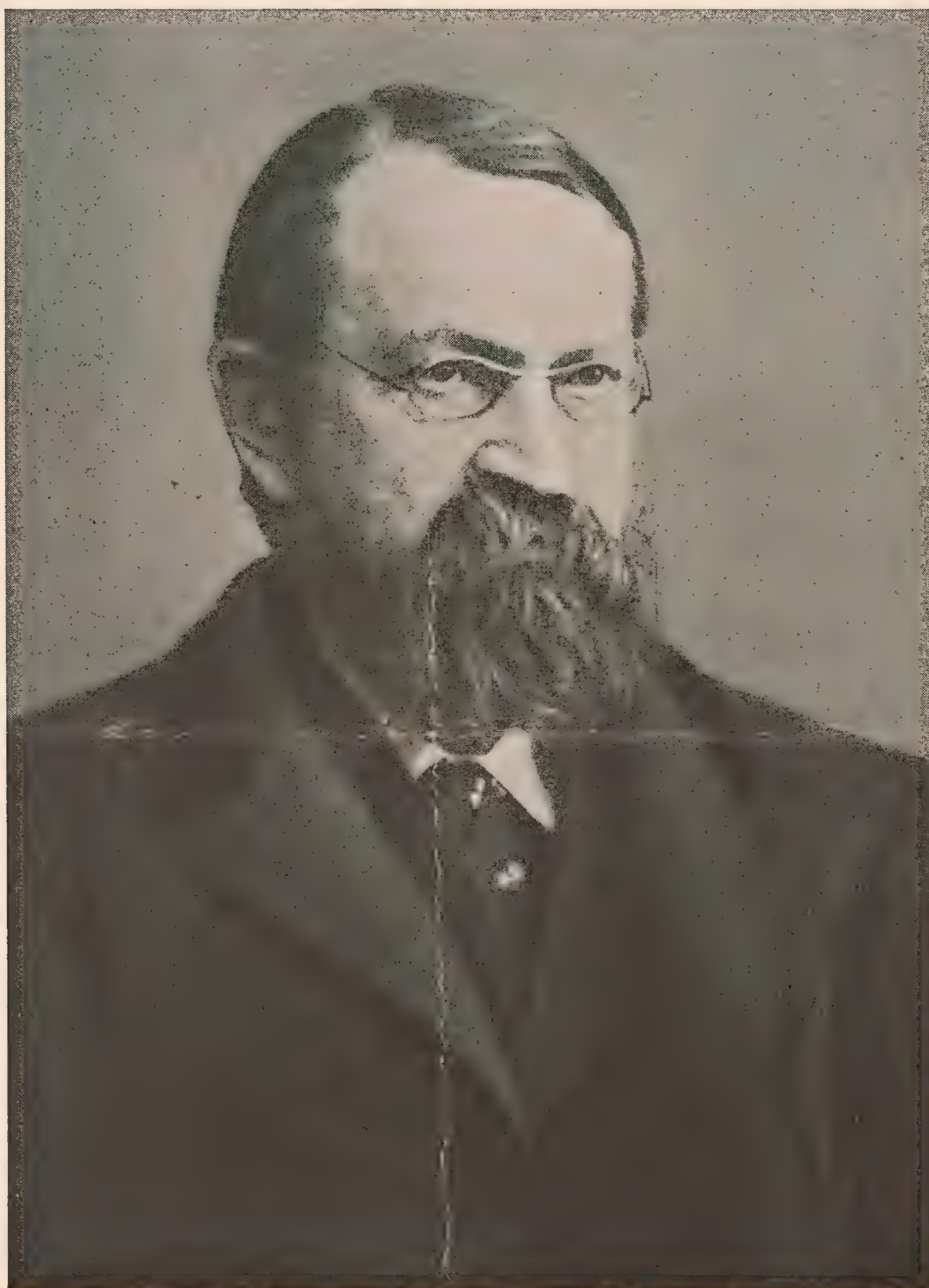
# Physikalischen und Chemischen Unterricht.

Begründet unter Mitwirkung von Ernst Mach und Bernhard Schwalbe.

In Verbindung mit
**A. Höfler** in Wien, **O. Ohmann** und **H. Hahn** in Berlin
herausgegeben
von
**F. Poske.**

Verlag von Julius Springer in Berlin W. 9.

**Nicht im Buchhandel.**



Dr Ernst Mach

**Sonderabdruck**
aus der
**Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht.**
*Neunundzwanzigster Jahrgang. Zweites Heft. März 1916.*

(Verlag von Julius Springer in Berlin W. 9.)


# Ernst Mach.

Geb. 18. Februar 1838, gest. 19. Februar 1916.

Nachruf von **A. Höfler.**

„Die Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht ist Ernst Mach zu unauslöschlichem Dank verpflichtet. Nicht besser könnten wir beim Beginn eines neuen Jahrganges die Erinnerung an die nun schon weit zurückliegenden Anfänge unserer Zeitschrift[1]) erneuern, als indem wir das Bleibende der reichen Anregung, die Mach neben seiner Forschertätigkeit auch dem physikalischen Unterricht hat zuteil werden lassen, angesichts seiner jüngsten Veröffentlichung[2]) abgrenzen gegen manche seiner nicht didaktischen, sondern rein theoretischen, speziell erkenntnistheoretischen Lehren. Denn diese bilden noch heute für physikalische und philosophische Forscher einen Gegenstand lebhaften Streites, nachdem sie seit mehr als zwei Jahrzehnten „der Parteien Haß und Gunst“ auf sich gelenkt hatten. Um gegen diesen Streit manche didaktische Leistungen sicherzustellen, wird es nötig sein, einige der Streitpunkte selbst in Erinnerung zu bringen und gegen einander abzugrenzen.“

Mit diesen Worten haben wir an der Spitze des 23. Jahrganges im Januarheft 1910 (S. 1 bis 16) die Abhandlung „Zur Geschichte und Wurzel der Machschen Philosophie“ eingeleitet. Nun kam nach Abschluß des ersten Heftes 1916 die tiefbetrübende Nachricht von Machs Tod. Wie vieles sonst für getrennt Geltende — Physik, Physiologie, Philosophie, Wissenschaftsgeschichte — dieses nun abgeschlossene Leben umfaßt hat, vernahm nicht nur die wissenschaftliche Welt, sondern auch die weiteste Öffentlichkeit aus zahlreichen Nachrufen. Von ihnen seien hier genannt die „Erinnerungen an Ernst Mach von Josef Popper-Lynkeus[3]), die so beginnen und schließen: „Es ist keine Übertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.“ „Und zum Schluß einige Mitteilungen über Mach als Privatmann. Wer Mach kannte oder eine gute Photographie von ihm sah, bekam den Eindruck einer angenehmen, höchst gutmütigen und dabei geistig energischen Physiognomie; selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftheit und Güte in sich. Ich ging mehr als ein halbes Jahrhundert mit Mach um und konnte ihn in seinem wissenschaftlichen, wie in seinem privaten Charakter genau genug beobachten. Ich fand, daß er gegen jeden, der ihm in die Nähe kam, ob es ein berühmter, gelehrter oder ganz ungebildeter Mann war, stets gleich freundlich und wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede, ihm noch so antipathische Ansicht und vor allem selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit von der vollkommensten, natürlichen Bescheidenheit. Ich lernte niemals einen Menschen kennen, der in der privaten, wie in

---

[1]) Ihr erster Jahrgang (1887—1888) trug den Untertitel: „Unter der besonderen Mitwirkung von Dr. E. Mach, Professor an der Universität Prag und Dr. B. Schwalbe, Professor und Direktor des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums in Berlin, herausgegeben von Dr. F. Poske.“ — Mach trat als Mitherausgeber zurück am Ende des Jahres 1901, in dem der andere Mitherausgeber B. Schwalbe aus dem Leben geschieden war. Er glaubte, durch seine wissenschaftliche Tätigkeit immer stärker in Anspruch genommen, der Zeitschrift nicht mehr seine Mitarbeit widmen zu können und schlug selbst den Verfasser obiger Zeilen als seinen Nachfolger vor. — *P.*

[2]) Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit. Zweiter unveränderter Abdruck nach der in Prag 1872 erschienenen ersten Auflage. Leipzig, J. A. Barth, 1909.

[3]) Neues Wiener Tagblatt vom 23. Februar 1916.

der öffentlichen Diskussion eine solche Gesittung bewiesen hätte, niemals hielt er sich an oder gegen die Person, stets nur an die Sache, und in seinen Schriften war er in Anerkennung der Leistungen anderer von der höchsten Redlichkeit und Bereitwilligkeit."

Aus dem menschlich und gedanklich überreichen Leben des weisen, gütigen Mannes darf diese unsere Unterrichtszeitschrift nur einen scheinbar ganz kleinen Teil herausheben: nicht Mach als Physiker, als der er 30 Jahre lang an der Universität Prag gewirkt, bis zur Übernahme der philosophischen Lehrkanzel in Wien 1895, — nicht Mach als Philosoph, dem jener Aufsatz in dieser Zeitschrift 1910 gegolten hat — sondern Mach als Didaktiker ist an dieser Stelle noch einmal unseren, namentlich den jüngeren Lesern nahe zu bringen: nicht als ein Gewesener, sondern als Einer, dessen Saat im physikalischen und mit ihm in allem Wirklichkeitsunterricht immer erst noch Wurzel zu schlagen und den ganzen Geist dieses Unterrichtes zu befruchten berufen ist. Die Ernte dieses Weiterpflegens von Machs Lebenswerk ist noch nicht heimgebracht — an seinem Grabe pflanzen wir die Hoffnung auf, daß erst künftig seine Saat ganz aufblühen und fruchten werde.

Daß dieser Teil von Machs Denken und Wollen aber auch innerhalb seines eigenen Lebenswerkes kein kleiner, unbeträchtlicher, vielmehr ein für Machs ganzes Wesen sehr charakteristischer gewesen ist, werden die nachfolgenden Darlegungen zu zeigen und dabei Einiges weiterzuführen suchen, was ich in dem eingangs angeführten Aufsatz über Mach als Philosophen damals in größerem Zusammenhang nur angedeutet hatte. Diese Einschätzung des Gewichtes, das wir dem didaktischen Denken und Wirken Machs beilegen, kann diese unsere Zeitschrift durchaus objektiv am unmittelbarsten belegen, indem wir hier aus dem allerersten Aufsatz, der unseren ersten Jahrgang (1887) eröffnet hat, die allgemeine Einleitung wieder abdrucken:

„Über den Unterricht in der Wärmelehre. Von Prof. Dr. Ernst Mach in Prag.

„Ohne Zweifel hat in den letzten Dezennien die didaktische Methode bedeutende Fortschritte gemacht. Betrachten wir aber als Hauptzweck des naturwissenschaftlichen Elementarunterrichts nicht sowohl die Erwerbung einer Summe positiver Kenntnisse, als vielmehr eine gewisse Erziehung im Beobachten und besonders im naturwissenschaftlichen Denken, die Gewöhnung an ein feineres logisches Verfahren, so finden wir an vielen der gangbaren elementaren Darstellungen der Wärmelehre bei aller ihrer Vortrefflichkeit mancherlei auszusetzen.

Wenn z. B. gleich zu Anfang die „Wärme" als „Ursache der Wärmeerscheinungen" eingeführt wird, wenn alsbald vom „Wesen der Wärme" die Rede ist, so müssen wir uns fragen, welchen Vorteil es gewähren kann, zu den klaren Tatsachen sofort ein unbekanntes müßiges Etwas hinzuzufügen und dasselbe mit einem Namen zu belegen? Was sollen wir denken, wenn wir gelegentlich hören, daß die Gase sich „proportional der (hypostasierten) Temperatur ausdehnen", nachdem wir zuvor die Temperaturzahlen willkürlich den Volumenzuwüchsen der Gase zugeordnet haben? Mit welchem Gewissen stellen wir dem Schüler die „Wärmeeinheit" vor als die „Wärmemenge, welche nötig ist, ein Kilo Wasser um $1^0$ C zu erwärmen", wobei der neue Begriff nicht erläutert, sondern als selbstverständlich und schon vorhanden eingeführt wird? Oder wird der Unterricht vielleicht zweckmäßiger, wenn, wie es zuweilen geschieht, zur Vermeidung der bezeichneten Verschwommenheiten gar mit $^1/_2\, mv^2$ begonnen wird?

Wir dürfen uns dieser Dinge wegen keine zu starken Vorwürfe machen. Es sind natürliche Überreste der scholastischen Methode unserer Vorfahren, deren Verstand bei aller seiner Schärfe immer nur vom Dogma ausging und wieder zum Dogma zurückkehrte. Diese Dinge werden alsbald verschwinden, wenn wir sie mit schärferer Aufmerksamkeit betrachten.

Wie ich glaube, hat man sich schon beim Elementarunterricht gegenwärtig zu halten, daß das Objekt der Naturwissenschaft die Tatsachen sind, der Begriff hingegen das Mittel, um die Tatsachen in Gedanken darzustellen. Zur Tatsache führen die Beobachtung und das Experiment, deren Wert für den Unterricht nicht hoch genug angeschlagen werden

kann. Der physikalische Begriff, mit welchem wir uns hier einen Augenblick beschäftigen wollen, entsteht unter dem Eindruck gewisser Tatsachen oft instinktiv. Der Begriff wird also im Unterricht am zweckmäßigsten unter dem Eindruck derselben Tatsachen historisch entwickelt. Nur werden wir, weil wir nach einem bewußten Besitz streben, uns klar machen, warum und zu welchem besonderen Zweck der Begriff entstanden ist, wodurch wir die Freiheit erlangen, den Begriff unter veränderten Umständen wieder umzuformen oder durch einen neuen zu ersetzen. Es sei fern von mir, didaktisch erfahrenen und erprobten Männern hier im einzelnen darlegen zu wollen, wie sie den Unterricht anzulegen haben. Ich möchte aber an einfachen Beispielen, an den Begriffen, Temperatur und Wärmemenge, erläutern, welche Gedanken man sich nach meiner Meinung gegenwärtig halten muß, um in der Schule mit dem Richtigen und wahrhaft Nützlichen nicht auch Unrichtiges und Überflüssiges zu bieten, welches ja weniger selbständigen Köpfen zu ihrem Schaden oft lebenslänglich haften bleibt.

Die tastende Hand empfindet die uns umgebenden Körper kalt, kühl, lau, warm und heiß. Wir nennen diese Reihe der Empfindungen: Wärmeempfindungen. Körper, die uns besondere Wärmeempfindungen erregen, zeigen auch ein bestimmtes Verhalten gegen andere Körper. Ein heißer Körper sinkt schmelzend in Wachs ein, bringt einen Wassertropfen zischend zur Verdampfung, oder wird leuchtend (glühend). An einem sehr kalten Körper erstarrt ein Wassertropfen zu Eis. Ein warmer Körper erwärmt bei Berührung einen kalten usw.

Den Inbegriff jenes physikalischen Verhaltens eines Körpers, welches wir zunächst als an die besondere Wärmeempfindung geknüpft erkennen, die er uns erregt, nennen wir seinen Wärmezustand.

Dasselbe (laue) Wasser kann der rechten Hand, welche eben in heißes Wasser tauchte, kalt und der linken Hand, die sich zuvor in kaltem Wasser befand, warm erscheinen. Es wäre natürlich ganz verkehrt zu sagen: Der Körper, welcher uns warm erscheint, ist eigentlich kalt, oder umgekehrt. So lange es sich nur um die Wärmeempfindung handelt, hat lediglich der Wärmesinn zu entscheiden. Kommt es uns aber auf das physikalische Verhalten eines Körpers an, auf seine Beziehung zu anderen Körpern, so ist die Wärmeempfindung deshalb ein unzuverlässiges Merkmal dieses Verhaltens, weil dieselbe nicht nur von dem Körper, sondern auch von den schwer kontrollierbaren Zuständen des Empfindungsorgans abhängt. Es ist deshalb zweckmäßig, sich nach einem einfacheren zuverlässigeren Merkmal oder Zeichen des Wärmezustandes umzusehen, bei welchem der Einfluß zufälliger oder fremdartiger Umstände leichter auszuschließen ist.

Als ein sehr brauchbares Zeichen des Wärmezustandes eines Körpers erkannte Galilei das Volum desselben. Das Volum des Körpers wächst im allgemeinen, wenn er uns wärmer erscheint. Zwar ändert sich mit dem Wärmezustand eines Körpers auch dessen galvanischer Leitungswiderstand, dessen Stellung in der thermo-elektrischen Spannungsreihe, dessen Brechungsexponent usw., doch ist bisher keines dieser Merkmale in so einfacher Weise zu beobachten, bei keinem ist der Einfluß fremdartiger oder zufälliger Umstände so leicht auszuschließen, wie bei dem Volum.

Die Beobachtung lehrt, daß ein wärmerer Körper bei Berührung den kälteren erwärmt und sich selbst so weit abkühlt, daß beide sich gleich warm anfühlen. Sich berührende Körper nehmen also gleiche Wärmezustände an. Hierdurch wird es möglich, das Volum eines bestimmten Körpers, des Thermoskopes, welches man nacheinander mit verschiedenen Körpern in Berührung bringt, als Merkmal des Wärmezustandes dieser Körper zu benutzen (Galilei)."

Ist es auch nur ein äußerlicher Umstand, daß diese Leitgedanken in dieser unserer Zeitschrift schon 1887, und daß erst 1896 das große Werk „Die Prinzipien der Wärmelehre" veröffentlicht wurden, so verbreitet sich doch aus dem kleinen Punkt einer bloßen Didaktik der Wärmelehre helles Licht auch auf Machs erkenntniskritische Absichten seiner großen, halb physikalischen, halb philosophischen und ganz historischen Wärmelehre — welchen dreifachen Charakter sie teilt mit seiner „Mechanik" (1883 in erster, seither in sieben Auflagen erschienen). Bekanntlich erschloß diese Geschichte der Wärmelehre — im Unterschied zu der auch vorher schon von Dühring verdienstvoll bearbeiteten Geschichte der Mechanik — ein vor Mach noch

wenig bebautes Gebiet; und Gleichwertiges erwarten wir auch von der nun nach seinem Tode durch den Verlag J. A. Barth noch für 1916 in Aussicht gestellten „Geschichte der Optik“, an der Mach jahrzehntelang bis zu seinem Tode gearbeitet hat.

Was Mach in den angeführten Eingangsworten seines kleinen didaktischen Aufsatzes darüber gesagt hatte, daß auch schon das Denken des allerjüngsten Anfängers nicht verdunkelt werden dürfe durch ein Einmischen unklarer Begriffe oder gar nur leerer Wörter in die vor allem sinnlich aufzufassenden Tatsachen, enthält wie in einem ersten Lebenskeim die Wurzeln und die ganze Organik seines erkenntniskritischen Programms. Wenn auch das Verweisen auf die „Tatsachen“ Demjenigen allzu selbstverständlich klingt, der eben noch gar nicht ahnt, wie nur allzuleicht schon manchen vermeintlichen reinen Tatsachen unnütze Theorien eingemengt werden, der wird dagegen umsomehr stutzig werden, wenn Mach schon vom ersten Physikunterricht verlangt, daß er beim Zurückgehen auf die Tatsachen noch weiter, ausdrücklich bis zu „Empfindungen“, zurückgehe. Da nun aber Empfindungen Psychisches sind und der erkennistheoretisch naive Physiker es eben mit dem Physischen und ganz unmittelbar nur mit diesem zu tun haben will, so setzen an diesem Punkte schon alle Streitigkeiten ein, die ich in dem Aufsatz über Machs Philosophie von physikalischer Seite her charakterisiert hatte, z. B. auch Plancks heftiger Einspruch.[4]) Wenn aber in den Kämpfen um Machs Philosophie (sie drangen in die Öffentlichkeit seit seiner Übernahme der philosophischen Lehrkanzel in Wien 1895, die er dann schon nach 5 Jahren infolge halbseitiger Lähmung für immer zu verlassen gezwungen war und auf der ihm für 1903 bis 1906 Boltzmann folgte) gegen Machs Sensualismus auch ich in philosophischen Schriften wiederholt Stellung zu nehmen hatte, so habe ich doch um so ausdrücklicher in meiner Naturlehre dem zweiten Hauptteil die Überschrift gegeben: „Wärme, Schall, Licht (Physik der Sinnesqualitäten)“. Und daß ich zu dieser Ketzerei gegen das in Physik und Physiklehrbüchern Althergebrachte den Mut fand, verdankte und danke ich noch heute ganz den Anregungen Machs, der eben auch in seinen zum Teil zusammen mit Odstrčil verfaßten Schulbüchern für die Unter- und Oberstufe ein solches Zurückgehen auf die vom Schüler in jedem Augenblick erlebbaren Sinnesqualitäten zum Ausgangspunkt seiner Darstellung für jüngste und junge Anfänger zu machen gewagt hatte. Dieser psychologische Grundton mag dann freilich eine der Teilursachen[5]) gewesen sein, warum so wenig sein wie mein Buch den Weg in die Schulzimmer (wenigstens in die österreichischen) gefunden hat. Aber man muß eben Geduld haben, bis physikalische und psychologische Weltbetrachtung künftig einander nicht mehr entgegenstehen, sondern entgegenwachsen werden, wie es Mach vielleicht allzu stürmisch für die Physik und die Philosophie in Gang zu setzen suchte. Dann aber wird auch der Physikunterricht von Machs Geist noch belebt sein in einer Zukunft, die seiner als Didaktikers vergessen haben wird über seiner typischen Stellung in der Geschichte der Philosophie, genauer: im philosophischen und antiphilosophischen Sturm und Drang unserer Jahrzehnte.

Als didaktisch im höheren, ja höchsten Sinn dürfen wir aber auch sogleich sein erstes Auftreten mit physikalischen Arbeiten bezeichnen, da es ein Auftreten gegen die Moden der wissenschaftlichen Physik und ihrer Darstellung während der damaligen Jahrzehnte gewesen ist. „Die Wärme eine Art der Bewegung“ war die große Neuigkeit der sechziger Jahre. Wenn der kinetischen Gastheorie einige Jahrzehnte später die „hypothesenfreie“ Thermodynamik an die Seite getreten schien und sich dabei

[4]) Vgl. diese Ztschr. XXIII, S. 12.

[5]) Eine summarische und wirksamere Ursache wird freilich der selbst wieder aus vielen Teilursachen sich zusammensetzende Konservativismus in Sachen der Lehrbücher gewesen sein, den Timerding (Die Mathematik in den physikalischen Lehrbüchern) mit Recht als einen der stärksten Widerstände gegen ein rascheres Fortschreiten unseres Unterrichts näher schildert.

vor allem auf Mach berief, wenn dann auch diese von Ostwald weiter gepflegte Richtung in unseren Tagen wieder zurücktritt[6]) hinter der von den Molekülen und Atomen zu Elektronen und selbst Energiequanten vordringenden Atomistik höherer Ordnung — so finden wir Mach in den Anfängen und überraschenderweise sogar im vorläufigen Ergebnis dieser Kämpfe nicht unter den Besiegten, sondern unter den noch immer vordringenden Führern. Ich meine das so: Was Mach in jenem kleinen Aufsatz über den Unterricht in der Wärmelehre als das „Beginnen mit $^1/_2\, mv^2$“ unter ein didaktisches Fragezeichen stellt, war zur Zeit von Machs Anfängen zum wissenschaftlichen Dogma geworden. Und vielleicht war es der damals erregte Ingrimm, nicht einmal mehr fragen zu sollen um das, was man ja doch nicht „sehen“ konnte, der Mach später zum grimmigen Feinde alles dessen gemacht hat, was Dogmatik war oder auch nur wie solche aussah — wobei freilich sein Grimm fast immer noch die Form liebenswürdigen Humors fand. So erzählte er mir, daß, als er mit dem Mineralogen und Physiker Grailich einmal über Polarisation sprach und dieser ihm sagte: „Nun, das werden Sie doch nicht bestreiten, daß das Licht in transversalen Wellen besteht“, er mit der Frage geantwortet habe: „Haben Sie's g'seh'n?“ Vielleicht — wenn die Physik zur Zeit von Tyndalls „Wärme eine Art Bewegung“ und von Reis' übrigens so tüchtigem Lehrbuch der Physik nicht mit dem $^1/_2\, mv^2$ und mit dem elastischen Äther „begonnen“ hätten und wenn man es nicht unter seiner Würde gehalten hätte, zuerst von den „Tatsachen“ zu sprechen und innerhalb dieser klar abzugrenzen, wie weit die Empfindungsgrundlagen unseres Wissens reichen und auf welchen Gedankenwegen man dann von den Empfindungen bis zu ihren unwahrnehmbar bleibenden Erregern den einzig logisch möglichen Weg zu gehen habe — so wäre Mach vielleicht nie so weit — wie auch ich glaube: allzu weit — vorgestürmt. Wohin ihm die meisten Physiker unserer Tage und umsomehr eine Mehrzahl von Philosophen nicht folgen mögen, läßt sich vielleicht am kürzesten so bezeichnen: Mach wollte nicht nur, wie es seine erste ausdrücklich philosophische Schrift „Analyse der Empfindungen“ (1886) anzukündigen scheint, die Empfindungen analysieren, sondern schlechthin die ganze Welt, die physische samt der psychischen, in Empfindungen (Empfindungsinhalte, die er dann „Elemente“ nannte) auflösen, auf bloße Empfindungen „zurückführen“. Von der kühnen These des theoretischen Idealismus „Die Welt ist meine Vorstellung“ unterscheidet sich Machs „Die Welt ist meine Empfindung“ nur dadurch, daß es nach Mach eben auch kein Ich außer dem Empfindungs- und Erinnerungsbild von „meinem“ Leibe gibt. Mit diesem Programm war Mach zum Metaphysiker geworden, trotzdem gerade dieses Buch mit „antimetaphysischen Betrachtungen“ begann. — Wann werden wir einmal eine wirklich ametaphysische Physik (und Psychologie) statt aller metaphysischen und antimetaphysischen haben? Wird nicht erst „Erkenntniskritik“ (wie Mach zu sagen liebte), sondern eine schlichte Erkenntnistheorie, die nicht mehr und nicht weniger als die Beschreibung und Erklärung der gesamten, also auch der physikalischen Erkenntnispraxis zu bieten sich vorsetzt, Gemeingut auch aller physikalischen Forscher sein, dann wird man dankbar Machs als eines der Ersten gedenken, der die Nützlichkeit (wenn auch nicht Unentbehrlichkeit) solcher Theorie für eine durch metaphysische und antimetaphysische Moden nicht mehr zu beirrende Erkenntnispraxis namentlich den Physikern zum Bewußtsein gebracht hat.

Noch viel empfindlicher aber als die physikalischen Forscher werden dann alle Lehrer der Physik gegen Verstöße gegen das oberste Gebot aller Logik sein, niemals einem Lernenden die Theorie einschließlich der Hypothesen früher zu verraten, als bis er selbst die Tatsachen „gesehen“ hat. Auch der kleinste Anfänger wird dann,

6) Lebhaft geschildert von Hasenöhrl (der am 7. Oktober 1915 im Kampfe gegen Italien gefallen ist) in seiner Gedenkrede bei der Enthüllung des Denkmals für Boltzmann an der Universität Wien.

solange seine gesunden Instinkte nicht irregeführt sind, die Tatsachen sich dadurch anzueignen und seinem Denken anzupassen das Bedürfnis verspüren, daß er sie „beschreibt“, d. h. analysiert und die Ergebnisse dieser Analyse unter „Begriffe“ bringt. Ob man dann, was auch über dieses Bedürfnis nach dem „Beschreiben“ hinaus auch schon jeder Anfänger — ja dieser besonders stark — als Bedürfnis nach „Erklären“ spürt, bei diesem Namen belassen oder mit Mach auch unter einen erweiterten Begriff und Namen „Beschreiben“ bringen soll, kann allerdings nur der Logiker von Fach so entscheiden, daß es nicht bloßer Wortstreit ist.

Es gibt aber auch Anregungen Machs in Regionen der neuesten Physik, die dem Gesichtskreis des bloßen physikalischen Unterrichtes für alle absehbaren Zeiten entrückt scheinen: vor allem die in die allerletzten Jahrzehnte fallenden Umformungen der einst für unantastbar gehaltenen Grundbegriffe aller Physik, wie Raum, Zeit und Masse in der Relativitätstheorie, in Minkowskis „Union von Raum und Zeit“, in dem Gedanken einer Wandelbarkeit der Massen bis zur Annullierung u. dgl. m. Daß es unserem Denken heute nicht mehr unmöglich dünkt, Massen ebenso veränderlich sein, ja verschwinden zu lassen, wie Kräfte, geht zurück auf eine der frühesten Arbeiten Machs „Die Definition der Masse“, der „der alte Herr Poggendorf die Aufnahme in die Annalen verweigert hat“, wie Mach im Vorwort zum Neudruck des eingangs erwähnten Schriftchens über die „Erhaltung der Arbeit“ erzählt; seit der Definition $\frac{m}{m'} = -\frac{\varphi'}{\varphi}$ glauben wir nicht mehr, in den greifbaren Dingen ohne weiteres ihre „Massen“ in Händen zu haben. — Es wäre, weil ungeschichtlich, also selbst wieder dogmatisch, ganz wider Machs Geist, wenn wir den augenblicklichen Mut („Mut oder Übermut, was weiß ich!“ — sagt Wagners Siegfried) der Physiker, mit allem, was selbst einem Kant als „Anschauungsformen“ und „Kategorien“ für unverrückbar gegolten hatte, so umzuspringen, daß nur mehr die Wörter Raum, Zeit, Masse unverändert weitergebraucht, die mit ihnen zu verbindenden Begriffe aber als selbst von Jahr zu Jahr wechselnd in immer neue Frage gestellt werden, schon heute als eine bleibende oder auch nur vorübergehende Form physikalischer Erkenntnis beurteilen wollten. Mag es augenblicklich nur Ansichts- oder Geschmackssache scheinen, was „veraltete Erkenntnistheorie“ ist oder wie viel an festen Begriffen, unabhängig von ihren Namen, auch eine gegenwärtige und künftige Physik braucht und brauchen wird, so gibt es doch heute wohl keinen Physiker und keinen Physiklehrer mehr, der sich nicht bewußt geworden und darin geübt wäre, die Begriffe auch der Physik als feste logische Denkmittel erst dann gelten zu lassen, wenn sein eigenes Denken sie geformt und „den Tatsachen angepaßt“ hat. Durch einen Physikunterricht, wenn auch nicht der Unterstufe für 13- und 14jährige, so doch der Oberstufe für 17- und 18jährige Schüler, die zugleich mit der Physik auch schon etwas Logik und Psychologie lernen sollen, muß sich während des Kennenlernens der überlieferten physikalischen Begriffe und durch ihr Handhaben angesichts einzelner Erscheinungen und immer umfassenderer Klassen von Erscheinungen allmählich die Einsicht erschließen und die Denkgewohnheit festigen, geradeso innerhalb des eigenen bescheidenen Kreises von physikalischem Tatsachenwissen diese selbstgeformten und wiedergeformten Begriffe als Waffen zur geistigen Unterwerfung dieser physischen Tatsachenwelt zu führen, wie der gelehrteste Physiker bei der immer erneuten Um- und Ausgestaltung seines physischen Weltbildes.

Sollte aber dieses unser Hinüberschauen aus dem engsten Gebiete der Naturlehre unserer Schulzimmer in die unermeßlichen Gebiete der physikalischen und philosophischen Wissenschaft mehr eine Gefährdung befürchten als die unmittelbare Förderung des wirklichen Unterrichtsbetriebes hoffen lassen, so kehre ich gern zurück zu persönlichen Erinnerungen daran, wie ich mit Mach in erste Berührung gekommen war gerade auf dem Gebiete ganz schlichter Bedürfnisse des physikalischen Schul-

unterrichtes. — Ich hatte in meiner physikalisch-didaktischen Erstlingsarbeit, den „Anfangsgründen der Naturlehre" (1881), in der Vorrede aus den kurz vorher (1879) erschienenen „Instruktionen für den physikalischen Unterricht an Realschulen" folgende Worte angeführt: „Es ist z. B. gewiß ein Fehler, wenn man den freien Fall so abzuleiten versucht: Die Schwere ist eine konstante Kraft, welche dem Körper in jedem folgenden Zeitteilchen dieselbe Geschwindigkeit erteilt, folglich $v = gt$, folglich $s = {}^1/_2\, gt \cdot t$ usw. — Man kennt die Schwere durch den Druck auf die Unterlage und durch die Fallbewegung. Niemand, der es nicht versucht oder erfahren hat, kann wissen, daß Druck in Bewegung übergeht, noch weniger, wie er in Bewegung übergeht. — Es wird sich empfehlen, einfach erzählend anzuführen, daß Galilei, ohne an die Ursache der Fallbewegung zu denken, die Natur derselben experimentell untersucht hat. Er hat gefunden, daß bei derselben in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten zuwachsen." — Einige Jahre später schrieb mir Mach spontan, es freue ihn, daß ich jenen Worten zustimme, sie seien von ihm verfaßt. Auch erinnere ich mich noch mit Freude und Rührung der ersten persönlichen Begegnung: Als Mach, nachdem ich ihn während eines Aufenthaltes in Wien besucht und nicht angetroffen hatte, mich im Garten des Theresianums zu Wien aufsuchte, erzählte er mir dort, er schreibe an einem Physikbuch für Mittelschulen. Daß dieses Buch nach dem Erscheinen jahrelang nicht die behördliche Approbation finden konnte, veranlaßte dann einen regen Briefwechsel, der dauerte bis zu Machs Übersiedlung nach Wien und zu den so ermöglichten wiederholten persönlichen Begegnungen. — Als mit Machs philosophischem Lehramt in Wien die Meinungsverschiedenheiten auf philosophischem und angrenzenden Gebieten mehr und mehr zutage traten, tat das dem immer gleich gütigen, liebenswürdigen Entgegenkommen des verehrten Mannes nicht den leisesten Eintrag. — Und ein didaktischer Anlaß war es, der mir noch kaum zwei Wochen vor dem stillen Ende des stillen Mannes einen Brief von ihm aus München brachte: die herzliche Zustimmung zu meiner Didaktik der Himmelskunde. War ich ja hier der Dogmatik, den Kindern eher die „wirklichen" als die „scheinbaren Bewegungen" beizubringen, wieder einmal entgegengetreten, wie Mach sein Lebenlang z. B. der Dogmatik kinetischer Theorien vor dem Beschreiben der Phänomene. War er nach Vieler (auch meiner) Meinung viel zu weit gegangen, als er diese Schätzung der „Phänomene" zu einem eigenartigen, die „Noumena" ganz ausschalten wollenden Phänomenalismus steigerte, so brauchen wir nur immer wieder zurückzugehen auf die Grundmotive seines Hochhaltens der Tatsachen; dieser Quellpunkt von Machs Wollen wird uns ein ruhender Pol in der Erscheinungen Flucht bleiben auch während des stillen Wirkens in unseren physikalischen Schulstunden.

Der letzte Gruß des verehrten Mitbegründers dieser Blätter an ihren Herausgeber und so nun auch an ihre Leser hat so gelautet:

Haar bei München, 27. Januar 1916.

„Vielen Dank für ihre Sendung [die Didaktik des physikalischen Unterrichts], aus welcher ich ersehe, mit welcher Vertiefung Sie den Stoff behandelt haben. Daß wir in so Manchem differieren, scheint mir nichts weniger als ein Unglück zu sein, denn auch in diesen Dingen kann auf verschiedenen Wegen das Richtigste und Zweckmäßigste gefunden werden. Ich war nie von meiner Unfehlbarkeit überzeugt und habe auch mancherlei einer Polemik zu verdanken. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch betonen, daß mir Ihre Zeitschrift auch in den letzten Jahren viel Freude gemacht hat, weil ich aus ihr immer wieder ersah, wie sehr sich doch Unterricht und Methode zu etwas Neuem und Besserem herauskrystallisieren ....! Aber Sie haben Recht, daß die neue Zeit erst jetzt kommen wird, und ich freue mich, daß Sie dieselbe noch in der Vollkraft Ihrer Jahre miterleben werden .... Leben Sie recht wohl und seien Sie herzlich gegrüßt von Ihrem sehr ergebenen

Dr. Ernst Mach."

---

145. 11. 13. 30.

20

Sonderabdruck aus Kunstwart XXIX, 12

## Ernst Mach †

Die tiefen und weiten Wirkungen, die die Gedanken dieses schlichten großen Mannes gehabt haben, waren bedingt durch den oft dunklen Drang der Zeit. Er half dem nur teilweise Gefühlten und unklar Geahnten zum Licht, er sprach es in so vielfachen Wendungen aus und zeigte es an so mannigfaltigen Fällen, daß das Zeitgemäße dieser Gedanken und ihr notwendiges Kommen von denen, die mit ihm am Webstuhl der Zeit saßen, nicht verkannt werden konnte. Dazu mußte er freilich die größte Unbefangenheit und lauterste Ehrlichkeit haben, ein ganz auf die Sache eingestelltes Denken, ein Hungern nach Wahrheit, ein Dürsten nach Erkenntnis und die Unermüdlichkeit und Zähigkeit, ohne die auch die schöpferisch begabtesten Geister so mächtige Wirkungen nicht erzielen können. Diese Eigenschaften waren alle sein eigen. In ihm war der tiefste sittliche Ernst des Forschers lebendig, jenes religiöse Sich-Hingeben an seine Aufgabe, das jeden, der ihm gegenübertreten, in diese kindlich reinen und treuen Augen blicken und den anspruchslosen und doch so gedankenvollen Worten lauschen durfte, daran erinnern konnte: sein Reich ist nicht von dieser Welt. Nicht etwa in einem weltflüchtigen und einem metaphysischen Sinne. Denn sein Gedankenbau war auf dem breitesten und festesten Grunde der Erfahrung errichtet, und der Glaube an die bessere Zukunft der Menschheit hat ihn nie verlassen, wenn sein mitleidvoller Sinn unter der Unvollkommenheit der menschlichen Natur und der menschlichen Einrichtungen auch nicht wenig litt. Aber weit hinter ihm, in wesenlosem Scheine, lag ihm das Gemeine, das Landläufige ebenso auf dem Gebiete des Erkennens wie dem des Tuns.

So kann er auch weiterhin einer der vornehmsten Erzieher unseres Volkes und der Menschheit sein. Vor allem durch seinen unbestechlichen Wirklichkeitssinn ein Erzieher zur Sachlichkeit. Es ist im höchsten Maße erstaunlich, wie er sich und uns aus dem fast absolut herrschenden Irrtum des vergangenen Jahrhunderts heraushalf, den alle philosophisch Geschulten als selbstverständliche, gar nicht zu erörternde Wahrheit hinnahmen und hinstellten: daß die Welt für den erkennenden Menschen nur Vorstellung sei. Nur die kräftigste, widerstandsfähigste Unbefangenheit eines im höchsten Maße schöpferisch veranlagten Geistes konnte das leisten. Was vor aller Augen lag, und was doch keiner sah, das sah er. Er sprach es in der schlichtesten Weise aus und wurde doch von den meisten Philosophen nicht verstanden, wird es meist auch heute noch nicht. Die Zukunft aber ist ihm gewiß. Denn die Naturwissenschaft hat sich ihm zugewandt.

Statt der Philosophen waren es nach anfänglichem Widerstreben die Physiker, die sich bald auf seine Seite stellten und die Aufklärungen seiner wunderbaren Geschichte der Mecha-

nik freudig aufnahmen. Seine tief eindringende Kritik der Newtonschen Mechanik räumte mit der darin enthaltenen Metaphysik gründlich auf und schuf die Atmosphäre, in der die großgearteten, allumfassenden physikalischen Theorien der jüngsten Vergangenheit und der Gegenwart gedeihen konnten, Geistesschöpfungen von einer Erhabenheit und Schönheit, wie sie die größten Werke der Kunst nicht größer zeigen.

Nicht minder hemmnisbeseitigend und fördernd sind seine Anschauungen für die Wissenschaften von der organischen Natur, wenn sie hier auch noch nicht so mächtig gewirkt haben wie in der Physik. Die vollständige Aufhebung des alten Platonischen Gegensatzes von Materie und Geist und des schon vorwissenschaftlichen von Leib und Seele, die ihm gelungen war, hat die Durchdringung der Psychologie mit biologischen Begriffen zur Folge. Hier eröffnen sich Aussichten auf Theorien und praktische Folgen, die von nicht geringerer Bedeutung sind als jene physikalischen.

Aber Machs Wirkung war noch von ganz anderer Art. Er hat nicht nur auf die methodischen Denker einen tiefen Eindruck gemacht, sondern auch auf die Dichter-Denker. Mach ist nicht so sehr ein systematischer Kopf wie eine intuitive Natur. Die Grundlage seiner ganzen Weltanschauung hat er, wie er selbst erzählt, in früher Jugend einmal plötzlich erschaut. Er verhielt sich hier ganz wie Goethe (vgl. die „Epirrhema", „Allerdings" und „Ultimatum" überschriebenen Gedichte). Seinen Standpunkt ausführlich und diskursiv zu begründen, das war nicht seine Sache. Auch er ist vom künstlerischen Geschlecht. Schauen und aussprechen, was er gesehen, mit den Gedanken Ereignissen folgen und ihren Verlauf dann darstellen, das ist seine größte Kraft. Mit der hingebendsten Liebe, ja Leidenschaft versenkt er sich in die psychologische Entstehung großer Entdeckungen und Erfindungen. Den Wegen des schöpferischen Geistes nachzugehen ist ihm nicht nur theoretisches, sondern auch innigstes ästhetisches Bedürfnis. Hier belauscht er die Natur bei ihren größten Werken. Ganz wie Goethe: „ist nicht der Kern der Natur Menschen im Herzen?" Bei aller Verschiedenheit besteht doch auch eine große Ähnlichkeit zwischen den beiden großen Männern. Vielleicht auch in ihrem Schicksal nach ihrem Hingang? Vielleicht wächst auch Machs Ruhm noch weit über seinen gegenwärtigen hinaus. Sicher ist: ausgeschöpft ist, was er spendete, noch bei weitem nicht. Deutsches Volk, erwirb sein Erbe! [m]

Joseph Petzoldt

Mit besten Grüßen
der Verf.

21

Sonderdruck aus der Monatschrift „Deutsche Arbeit", Jahrgang 15, Heft 11

# Ernst Mach

Ernst Mach wurde am 18. Februar 1838 in Turas in Mähren geboren. Das harte Schicksal seiner ideal veranlagten Eltern, welches er in einer kurzen selbstbiographischen Skizze schildert[1]), zwang ihn frühzeitig, den Kampf mit den Schwierigkeiten des Daseins aufzunehmen. Die Erfahrungen seiner Jugend wirkten bestimmend auf seine geistige Entwicklung: „Mit einer solchen Vererbung, Umgebung und Vergangenheit wird man kein Sophist, kein logischer Haarspalter, kein Erkenntnistheoretiker, sondern ein Tatsachenmensch. Inmitten solcher

[1]) Mitgeteilt in dem Buche Dr. Hans Henning: Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog. Verlag von J. A. Barth, Leipzig 1915.

20

Sonderabdruck aus Kunstwart XXIX, 12

## Ernst Mach †

Die tiefen und weiten Wirkungen, die die Gedanken dieses schlichten großen Mannes gehabt haben, waren bedingt durch den oft dunklen Drang der Zeit. Er half dem nur teilweise Gefühlten und unklar Geahnten zum Licht, er sprach es in so vielfachen Wendungen aus und zeigte es an so mannigfaltigen Fällen, daß das Zeitgemäße dieser Gedanken und ihr notwendiges Kommen von denen, die mit ihm am Webstuhl der Zeit saßen, nicht verkannt werden konnte. Dazu mußte er freilich die größte Unbefangenheit und lauterste Ehrlichkeit haben, ein ganz auf die Sache eingestelltes Denken, ein Hungern nach Wahrheit, ein Dürsten nach Erkenntnis und die Unermüdlichkeit und Zähigkeit, ohne die auch die schöpferisch begabtesten Geister so mächtige Wirkungen nicht erzielen können. Diese Eigenschaften waren alle sein eigen. In ihm war der tiefste sittliche Ernst des Forschers lebendig, jenes religiöse Sich-Hingeben an seine Aufgabe, das jeden, der ihm gegenübertreten, in diese kindlich reinen und treuen Augen blicken und den anspruchslosen und doch so gedankenvollen Worten lauschen durfte, daran erinnern konnte: sein Reich ist nicht von dieser Welt. Nicht etwa in einem weltflüchtigen und einem metaphysischen Sinne. Denn sein Gedankenbau war auf dem breitesten und festesten Grunde der Erfahrung errichtet, und der Glaube an die bessere Zukunft der Menschheit hat ihn nie verlassen, wenn sein mitleidvoller Sinn unter der Unvollkommenheit der menschlichen Natur und der menschlichen Einrichtungen auch nicht wenig litt. Aber weit hinter ihm, in wesenlosem Scheine, lag ihm das Gemeine, das Landläufige ebenso auf dem Gebiete des Erkennens wie dem des Tuns.

So kann er auch weiterhin einer der vornehmsten Erzieher unseres Volkes und der Menschheit sein. Vor allem durch seinen unbestechlichen Wirklichkeitssinn ein Erzieher zur Sachlichkeit. Es ist im höchsten Maße erstaunlich, wie er sich und uns aus dem fast absolut herrschenden Irrtum des vergangenen Jahrhunderts heraushalf, den alle philosophisch Geschulten als selbstverständliche, gar nicht zu erörternde Wahrheit hinnahmen und hinstellten: daß die Welt für den erkennenden Menschen nur Vorstellung sei. Nur die kräftigste, widerstandsfähigste Unbefangenheit eines im höchsten Maße schöpferisch veranlagten Geistes konnte das leisten. Was vor aller Augen lag, und was doch keiner sah, das sah er. Er sprach es in der schlichtesten Weise aus und wurde doch von den meisten Philosophen nicht verstanden, wird es meist auch heute noch nicht. Die Zukunft aber ist ihm gewiß. Denn die Naturwissenschaft hat sich ihm zugewandt.

Statt der Philosophen waren es nach anfänglichem Widerstreben die Physiker, die sich bald auf seine Seite stellten und die Aufklärungen seiner wunderbaren Geschichte der Mecha-

Mit besten Grüßen
des Verf.

21

Sonderdruck aus der Monatschrift „Deutsche Arbeit“, Jahrgang 15, Heft 11

# Ernst Mach

Ernst Mach wurde am 18. Februar 1838 in Turas in Mähren geboren. Das harte Schicksal seiner ideal veranlagten Eltern, welches er in einer kurzen selbstbiographischen Skizze schildert[1]), zwang ihn frühzeitig, den Kampf mit den Schwierigkeiten des Daseins aufzunehmen. Die Erfahrungen seiner Jugend wirkten bestimmend auf seine geistige Entwicklung: „Mit einer solchen Vererbung, Umgebung und Vergangenheit wird man kein Sophist, kein logischer Haarspalter, kein Erkenntnistheoretiker, sondern ein Tatsachenmensch. Inmitten solcher

[1]) Mitgeteilt in dem Buche Dr. Hans Henning: Ernst Mach als Philosoph, Physiker und Psycholog. Verlag von J. A. Barth, Leipzig 1915.

Schicksale meditiert man nicht, ob die Welt wirklich existiere, sondern man sinnt, wenn auch vom Staate amtlich als Philosoph bestallt, wie man im einzelnen praktisch nützen könne. Alles ist ja nur für uns Menschen, an sich hingegen ist nichts." Etwa vier- bis fünfjährig kam Mach nach Wien, wo er bis zu seiner Ernennung zum außerordentlichen Pofessor der Physik an der Universität in Graz 1864 verblieb. Seine akademische Laufbahn begann er 1861 als Privatdozent der Physik an der Universität in Wien. 1867 wurde er als ordentlicher Professor der Physik an die Universität in Prag berufen, wo er durch volle achtundzwanzig Jahre wirkte. Mit der Geschichte der Zweiteilung der Universität im Beginn der achtziger Jahre bleibt sein Name unzertrennlich verknüpft. Als Rektor der Universität im Jahre 1879/80 und in den folgenden Jahren wahrte er energisch die Rechte der Deutschen[1]). Im Jahre 1895 folgte Mach einem Rufe an die Wiener Universität, wo für ihn eine Lehrkanzel für Philosophie, und zwar insbesondere für die Geschichte und Theorie der induktiven Forschung begründet wordeu war. Leider nötigten ihn die Folgen eines im Jahre 1898 erlittenen Schlaganfalles, schon im Jahre 1901 sein Lehramt niederzulegen. Er setzte seine Pensionierung gegen den Widerstand des Unterrichtsministeriums durch, welches dem verdienten Manne die Wiederaufnahme seiner Lehrtätigkeit als doch vielleicht möglich offen halten und die mit der Pensionierung verbundene Einschränkung der Bezüge so lange als möglich ersparen wollte. Seine strenge Auffassung wollte sich aber dem Wunsche des Ministeriums, er möge sich vorerst beurlauben lassen, nicht bequemen. Glücklicherweise hatte der Schlaganfall bloß eine Lähmung der rechten Körperhälfte ohne Störung der geistigen Funktionen zur Folge. Er arbeitete weiter, die nicht geringen Beschwerden, die ihm die Hinfälligkeit seines Körpers bereitete, in erstaunlicher Weise überwindend. Er verblieb noch einige Jahre in Wien und verlegte dann 1912 seinen Wohnsitz aus Familienrücksichten nach Haar bei München, wo er am 19. Februar 1916 im Kreise seiner Familie sein Dasein beendete.

Der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Literatur und Kunst in Böhmen gehörte Mach zuerst als ordentliches, nach seiner Übersiedlung nach Wien als korrespondierendes Mitglied an. Er war ordentliches Mitglied der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Nach seiner Pensionierung trug er sich mit der Absicht, seine Mitgliedschaft zurückzulegen. Er machte mir von dieser Absicht Mitteilung und begründete sie damit, daß er an den Sitzungen der Akademie und ihren Arbeiten nicht teilnehmen könne und so ganz zwecklos einem anderen nur den Platz versperre. Ich suchte ihm diese Absicht auszureden, aber vergeblich. Erst den sehr energischen Vorstellungen des damaligen Präsidenten der Akademie, Eduard Sueß, gelang es, ihn von dem Rücktritt abzubringen.

Machs Lebensarbeit ist von dem Forschungsgebiet der Physik ausgegangen; er hat auch auf diesem Gebiete bis an sein Lebensende gearbeitet. Er begann seine akademische Laufbahn als Privatdozent der Physik, wirkte lange Jahre als Professor dieses Faches und übernahm erst spät eine Lehrkanzel für Philosophie. So ist es denn natürlich, daß in einer Skizze über sein Lebenswerk seine physikalische Arbeit an die Spitze gestellt wird, trotzdem die Bedeutung des großen Denkers nicht auf seinen rein physikalischen Leistungen beruht, so achtunggebietend diese auch sein mögen.

Machs erste größere Untersuchung galt dem Dopplerschen Prinzip, welches den Einfluß der Bewegung auf die Wellenvorgänge formuliert. Er konstruiert einen Laboratoriumsapparat zum Studium des Einflusses der Bewegung der Tonquelle auf die von dem ruhenden Beobachter wahrgenommene Tonhöhe, vergleicht das Experiment mit der Theorie, diskutiert die Anwendungen des Prinzips in der Astrophysik und macht den ersten klaren Vorschlag zur Bestimmung der Bewegung der Fixsterne in der Gesichtslinie durch die Spektrallinien. Er untersucht den zwischen Doppler und Petzval über das Prinzip geführten Streit, welchen er durch Klarstellung der einzelnen Streitpunkte erledigt.

Die Wellenbewegung blieb auch weiterhin das bevorzugte Spezialgebiet von Machs physikalischer Forschung. Er stellt quantitative Untersuchungen über die Doppelbrechung des Glases durch Druck an, untersucht die Doppelbrechung durch Druck in halbflüssigen Körpern und wendet sich dann der spektralen Untersuchung eines longitudinal schwingenden Glasstabes zu. Er ermittelt die Druckvariationen bei mäßig starkem Tönen zu 150 bis 180 kg auf 1 qcm, womit das Verständnis für die paradoxe

[1]) Die russischen „Machisten" reklamieren Mach als Slawen! Hier genügt es wohl, auf diesen merkwürdigen Umstand hinzuweisen.

Tatsache gewonnen ist, daß ein Glasstab durch bloßes Tönen zerreißen kann. Er ermittelt ferner die genaue Schwingungsform des Grundtones des durch Reibung zum Tönen gebrachten Glasstabes und findet, daß die Verdichtungen und Verdünnungen im Knoten des Stabes genau dasselbe Schwingungsgesetz befolgen wie die Transversalschwingung des Mittelpunktes einer gestrichenen Saite. In diesen Untersuchungen bewährt Mach eine hohe Kunst der experimentellen Methodik, welche mit relativ einfachen Mitteln den angestrebten Zweck zu erreichen versteht. In womöglich noch höherem Maße zeigt sich seine experimentelle Begabung in der Ausarbeitung einiger Methoden der Beobachtung von Luftschwingungen. Er modifiziert den Königschen Brenner, er benützt ferner transversal schwingende Flammen, deren Form er analysiert, zur Feststellung der Amplitude der Luftschwingungen in Pfeifen und ermittelt auf diese Weise die Druckschwankungen im mittleren Knoten einer Pfeife, die sich von der Größenordnung von 0,005 Atmosphären ergeben. Zur weiteren Bearbeitung des Problems zieht er die stroboskopische Methode heran, die er durch die stroboskopische Selbstregulierung vollkommener macht. Durch die in die gleiche Zeit fallende Untersuchung von Boltzmann und Töpler über die Bewegung tönender Luftsäulen wird zwar Machs Untersuchungsmethode überholt, aber die Errungenschaften Machs bleiben durch dieselbe unberührt. Diese sind: Die erste Anwendung der elektromagnetischen Stimmgabel als Lichtunterbrecher zum Zwecke der stroboskopischen Methode; die erste stroboskopische Darstellung der Luftschwingungen; die stroboskopische Selbstregulierung. Die stroboskopische Darstellung der Luftschwingungen wurde auf folgende Weise erreicht. An der inneren oberen Wand einer Pfeife wird ein Platindraht nach der Länge der Pfeife gespannt, welcher am offenen Ende und in der Mitte der Pfeife an äußerlich angebrachten Klemmen endigt. Man bestreicht nun den Pt-Draht mit Hilfe eines an einem Glasstab befestigten Badeschwämmchens mit Schwefelsäure, welche nach dem Plateauschen Gesetz in Tröpfchen zerfällt, die sich ziemlich regelmäßig nach Art einer Perlenschnur an dem Draht verteilen. Wird nun der Draht durch einen hindurchgesandten Strom erwärmt, so sinken die Tröpfchen als feine Dampflinien quer durch die Luft der Pfeife herab. Man sieht diese Dampflinien sofort stroboskopisch schwingen, wenn man die Pfeife und die lichtunterbrechende Gabel zugleich tönen läßt. Die „stroboskopische Selbstregulierung" beruht auf der Anwendung des folgenden Prinzips: man läßt die Intermittenz der Beleuchtung durch den zu untersuchenden Körper selbst erzeugen und sorgt dafür, daß der Beleuchtung ein beliebiger Phasenunterschied gegen den erregenden Körper gegeben werden kann. Durch Änderung der Phasendifferenz werden immer neue Phasen der Bewegung des erregenden Körpers sichtbar. — Die vorstehend erwähnten Arbeiten Machs dürfen zu den klassischen Arbeiten der experimentellen Physik gezählt werden. Mach hat sie unter Hinzufügung einer Untersuchung über wiederholte Interferenz in einem Buche „Optisch-akustische Versuche" (1873) vereinigt. Spätere optische Untersuchungen betreffen die Änderung der Lichtgeschwindigkeit im Quarz durch Druck, ferner eine neue Form der Fresnel-Aragoschen Interferenzversuche mit polarisiertem Licht. Der Optik gehört auch Machs letzte rein physikalische Veröffentlichung (1915) an, ein Beitrag zu der Festschrift für den Philosophen Wilhelm Jerusalem, in welchem einige Interferenzversuche, insbesondere komplementärfarbige Interferenzringe betreffend, beschrieben werden.

Eine weitere Gruppe von Machs physikalischen Arbeiten beginnt mit der Untersuchung der Antolikschen Figuren, welche durch elektrische Entladungen in Rußschichten hervorgerufen werden. Es wird ihr akustischer Ursprung erkannt und gezeigt, daß sie durch die von der Entladung hervorgerufenen Explosionswellen erzeugt werden. Die Fortschreitungsgeschwindigkeit der von Explosionswellen ausgehenden streifenbildenden Bewegung erweist sich von gleicher Größenordnung wie die Schallgeschwindigkeit. Mach findet für die durch Explosion von Zündhütchen hervorgerufenen Explosionswellen eine Fortschreitungsgeschwindigkeit von 700 m/sec., für die von elektrischen Entladungen herrührenden 400 m/sec. Kräftige Schallwellen befolgen also nicht mehr die einfachen Gesetze, welche für Schallwellen von unendlich kleiner Amplitude gelten. Mit der Größe der Amplitude wächst vielmehr die Fortschreitungsgeschwindigkeit[1]). Das Prinzip der Interferenz mit Berücksichtigung des Umstandes, daß durch Addition der Amplituden die Intensität so gesteigert werden kann, daß eine Welle von größerer

[1]) Diese Auffassung blieb nicht unbestritten, worauf aber hier nicht eingegangen werden kann.

Geschwindigkeit resultiert, gestattet die Erscheinungen, welche bei Funkenwellen beobachtet werden, zu erklären. Schließlich werden die Funkenwellen optisch, durch Anwendung der Schlierenmethode untersucht und auch bei diesem genaueren Studium die schon gewonnenen Erklärungsprinzipien als ausreichend nachgewiesen. — Das Studium der Funkenwellen setzte Mach in den Besitz der Methoden zur Untersuchung der in der Luft durch fliegende Projektile eingeleiteten Vorgänge. Die Arbeiten Machs über diese Frage sind seine bekannteste und berühmteste physikalische Leistung. Seine Photographien fliegender Geschosse mit ihren Luftwellenhüllen, die durch die Schlierenmethode sichtbar gemacht wurden, sind so oft an verschiedenen Orten wiedergegeben worden, daß ein Hinweis auf dieselben hier genügt. Die Untersuchungen Machs haben der modernen äußeren Ballistik einen neuen Weg gewiesen, auf welchem sie, mit Hinzuziehung der Kinematographie, für ihre praktischen Zwecke sehr wesentliche Ergebnisse gewinnen konnte. Hier ragt Machs aus rein theoretischen Gesichtspunkten unternommene Arbeit in die aktuellste technische Gegenwart herein.

Die Untersuchung über die Gültigkeit des Huyghensschen Prinzipes der Elementarwellen für die Schallbewegung sei hier bloß angeführt.

Die Elektrizitätslehre nimmt in Machs physikalischen Untersuchungen und Veröffentlichungen einen nur geringen Raum ein. Zunächst sei der populäre Vortrag erwähnt, welchen er anläßlich der elektrischen Ausstellung in Wien 1883 über die Grundbegriffe der Elektrostatik gehalten hat. Er beschäftigt sich hier mit den Begriffen der Elektrizitätsmenge, des Potentials und der Kapazität und mit den Maßeinheiten für diese Größen. Der Vortrag ist, wie alle Erwägungen Machs über physikalische Grundbegriffe, durch kritische Klarheit ausgezeichnet. Auch der Fachmann wird noch heute aus diesem Vortrag reiche Anregung schöpfen können. Die Untersuchung über die Guébhardschen Ringe erweist, daß durch dieselben nur eine angenäherte Darstellung der Äquipotentialkurven gegeben wird, wie aus der allgemeinen Diskussion der Versuchsanordnung hervorgeht. Prinzipieller Natur ist die Untersuchung über die Unterschiede der beiden elektrischen Zustände. Wurde hier auch nach Machs eigenen Worten das angestrebte Ziel nicht erreicht, und konnte auch, wie wir heute historisch einsehen, damals nicht erreicht werden, so sind doch die von Mach ersonnenen Versuche, sowie die allgemeine Diskussion derselben bemerkenswert. Der hier ausgesprochene Gedanke, daß die Durchbrechung eines Isolators durch eine elektrische Entladung durch Elektrolyse oder einen analogen Vorgang eingeleitet werde, kommt der modernen Auffassung sehr nahe; auch die Beobachtungen über den Potentialverlauf zwischen dem positiven und negativen Pol in flüssigen Isolatoren verdienen als Vorläufer moderner Untersuchungen besonderer Hervorhebung. Der Besuch der elektrischen Ausstellung in Paris 1881 gab außer zu der Arbeit über die Guébhardschen Figuren auch Veranlassung zu Versuchen über das Blitzableitersystem des Herrn Melsens, welche die theoretisch begründete Auffassung Machs, daß die elektrostatischen Grundlagen, von welchen Melsens ausging, für die Vorgänge bei Entladungen nicht zutreffend seien, experimentell verifizierten. Zugleich gab Mach die richtige Theorie für dus Melsenssche System, nach welchem der zu schützende Körper in einen ganzen Drahtkorb eingeschlossen wird. Endlich sei auf einen „Elektrizitätsanzeiger" hingewiesen, welchen Mach für die Ledertuchfabrik Grab in Prag konstruiert hat, um die Gefahren der Selbstladungen zu beseitigen.

Nicht geringe Aufmerksamkeit hat Mach den Demonstrationsmethoden physikalischer Erscheinungen zugewendet. Die Machsche Wellenmaschine, der Machsche Pendelapparat zur Demonstration der Abhängigkeit der Schwingungsdauer eines Pendels von der Beschleunigung, seine Demonstration des Strahlenganges durch optische Instrumente sind jedem Lehrer der Physik geläufig und haben vielfache Fortbildung erfahren. Sein Polarisationsapparat mit rotierendem Analysator ist in jedem Handbuch der Physik beschrieben, seine Versinnlichung der Poinsotschen Drehungstheorie eine wertvolle Bereicherung der experimentellen Veranschauungsmittel von Sätzen der reinen Mechanik. Zeugen diese Apparate für seine Begabung als Lehrer und seine Freude an lehramtlicher Wirksamkeit, so beweisen die Lehrbücher der Physik für Gymnasien, die er, zum Teil unter Mitarbeit anderer, verfaßt hat, daß er dem elementaren Unterricht nicht geringe Bedeutung für den Fortschritt der Wissenschaft beigelegt hat. Aus diesem Interesse erwuchs seine Mitwirkung bei der Begründung der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht.

Die Reihe seiner größeren Werke eröffnete Mach als junger Privatdozent mit einem Buche, welches

seine Neigung und Begabung für das Lehramt im weiteren Sinne in helles Licht stellt. Es ist dies das im Jahre 1863 erschienene Kompendium der Physik für Mediziner. Dieses Buch ist für das Verständnis von Machs Entwicklung bemerkenswert. Die Grundabsicht des Buches, den Medizinern die Bedeutung der Physik für die Physiologie recht eindringlich klarzumachen, beweist, daß der Gesichtskreis des jungen Physikers nicht bei den Grenzen seines Spezialfaches endete. Die besondere Betonung der physikalischen Forschungsmethoden, die Heraushebung der prinzipiell wichtigen Erscheinungen und Feststellungen zeigt die Richtung seines Geistes auf die allgemeinen Fragen des Spezialgebietes, die zum Hinausgreifen über dasselbe nötigen. Das Buch ist heute so gut wie vergessen, für seinen unmittelbaren Zweck ja auch veraltet — für Machs Entwicklung aber war es bedeutungsvoll, insofern als er in demselben den Versuch gemacht hat, den Standpunkt der Atomtheorie konsequent festzuhalten. Dieser Versuch brachte aber Mach, wie er selbst sagt, zuerst die Unzulänglichkeit der Theorie zum Bewußtsein, was er in dem Buche selbst, im Vorwort und im Schluß, zum Ausdruck brachte, wo von einer gänzlichen Umgestaltung der physikalischen Grundansichten gesprochen wird.

Sein Interesse für die allgemeinen Probleme der Physik und die damit notwendigerweise zusammenhängenden Begriffsbildungen führte ihn frühzeitig zu historisch-physikalischen Studien. Er begann mit denselben nach seiner eigenen Angabe etwa um das Jahr 1863. Man kann diese Studien als erkenntnistheoretische in dem Sinne bezeichnen, als sie die Bildung von Erkenntnis historisch klarzulegen unternehmen, damit Einsicht in die Struktur des Vorganges der Erkenntnisgewinnung vermitteln und schließlich die für die Bestimmung des Begriffes der Erkenntnis notwendigen Merkmale desselben induktiv erfassen lehren. Die erste bedeutende Veröffentlichung auf diesem Gebiete war die 1872 in Prag bei Calve (2. Aufl. 1909, Leipzig, A. Barth) erschienene Schrift: „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit.“ In dieser Schrift tritt uns die Machsche selbständige Gedankenwelt bereits in ihren Hauptzügen vollendet entgegen, sie zeigt, daß Mach um diese Zeit bereits auf dem Gipfel seines Anstieges angelangt war. Er war damals schon mit sich im reinen, seine Orientierung bereits im wesentlichen festgelegt. Alle seine späteren Arbeiten stellen eine Entwicklung und Weiterführung, in theoretischer und experimenteller Hinsicht, der in dieser Schrift entwickelten Gedanken dar. Die Schrift gibt eine historisch-kritische Untersuchung des Prinzips der Erhaltung der Energie, das sich bei einer sich bloß an die Jahreszahlen haltenden historischen Betrachtung als die Ausdehnung des in der Mechanik formulierten Satzes von der Erhaltung der Arbeit auf das Gesamtgebiet der physikalischen Erscheinungen darstellt. Dieser Auffassung gegenüber unternimmt Mach den Nachweis, daß das Prinzip nicht mechanischen Ursprungs sein kann, weil es, wie die historisch-kritische Analyse zeigt, in der Form des Satzes vom ausgeschlossenen Perpetuum mobile an dem Aufbau der Mechanik beteiligt war. In diesem Satz vom ausgeschlossenen Perpetuum mobile erkennt Mach eine Form des Kausalgesetzes, welches nach seinen Darlegungen nichts anderes bedeutet, als die Voraussetzung, daß die Erscheinungen voneinander abhängen, oder anders ausgedrückt, daß jede Erscheinung eine Funktion anderer Erscheinungen ist. Im Zusammenhang mit diesen Überlegungen wird an den philosophischen Formulierungen des Kausalgesetzes, speziell an der Formulierung Fechners Kritik geübt. Fechner definierte als Inhalt des Kausalgesetzes: „daß überall und zu allen Zeiten, insoweit dieselben Umstände wiederkehren, auch derselbe Erfolg wiederkehrt, soweit nicht dieselben Umstände wiederkehren, auch nicht derselbe Erfolg wiederkehrt.“ Mach betont, daß das ausdrückliche Hineinziehen des Räumlichen und Zeitlichen in das Kausalgesetz zumindest überflüssig sei. Da wir nämlich das, was wir Raum und Zeit nennen, wieder nur an gewissen Erscheinungen erkennen, so sind räumliche und zeitliche Bestimmungen gleichfalls nur Bestimmungen durch andere Erscheinungen. Die Zeit wird gegeben durch den Drehungswinkel der Erde, die Raumlagen erkennen wir durch gewisse Affektionen unserer Netzhaut, unserer optischen oder anderer Meßapparate. Raum und Zeit sind nicht selbständige Wesen, sondern Formen der Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander. „Der physikalische Raum, welchen ich im Sinne habe (und welcher zugleich die Zeit in sich enthält) ist also nichts anderes als Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander. Die vollendete Physik, welche diese Grundabhängigkeit kennen würde, hätte keine besonderen Raum- und Zeitbetrachtungen mehr nötig, denn diese wären ohnehin

schon mit erschöpft.“ Aus diesen Überlegungen über das Kausalgesetz folgt, daß die Welt wie eine Maschine ist, bei der die Bewegung gewisser Teile durch die Bewegung anderer bestimmt ist (Kausalgesetz), allein über die Bewegung der ganzen Maschine ist nichts bestimmt. Wo die ganze Maschine sozusagen hinaus will, ist durch das Kausalgesetz nicht gesagt, kann auch durch keinerlei Forschung ermittelt werden, ist keine wissenschaftliche Frage.

Wenn wir von einem Ding in der Welt sagen, daß es in einer gewissen Zeit eine gewisse Änderung erleiden wird, so setzen wir es als abhängig von einem anderen Teil der Welt, den wir als Uhr benützen. Wenn wir aber einen solchen Satz für die ganze Welt aussprechen, so begehen wir einen Fehler, weil wir dann nichts mehr übrig haben, worauf wir das Weltall wie auf eine Uhr beziehen. Für das Weltall gibt es keine Zeit. Darum haben auch Sätze, wie der Satz von der Dissipation der Energie, der in der Anwendung auf das Weltall zu der Behauptung von dem dereinstigen „Wärmetod“ des Weltalls führt, keinen Sinn. „Naturwissenschaftliche Sätze von der erwähnten Art scheinen mir schlimmer als die schlimmsten philosophischen.“ Diese Kritik Machs erscheint ganz besonders bemerkenswert. Denn gerade solch allgemeine, das ganze Weltall betreffende Sätze gleißen gewissermaßen als die schönsten Blüten an dem Baume der Wissenschaft und nehmen das Interesse weitester Kreise in ganz anderer Weise gefangen als irgendwelche Detailfeststellungen. In ihnen glaubt man die Grundpfeiler für eine exakte Naturphilosophie zu erkennen. Um so wichtiger, um so bedeutungsvoller ist ihre kritische Analyse! Der Satz vom Wärmetod des Weltalls verletzt einen elementaren Instinkt. Es ist darum nicht zu verwundern, daß er auch solchen Forschern, welchen Machs kritische Betrachtungsweise ferne liegt, Unbehagen verursacht. Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen boten einen Ausweg, der aber nur scheinbar von rein physikalischem Boden ausgeht. Machs Kritik trifft den Nerv der ganzen Frage.

Im Zusammenhang mit der Analyse des Kausalgesetzes liegt die Erörterung der Aufgabe der Forschung und die Bestimmung des Begriffes der Wissenschaft nahe. Sie wird in der Schrift ebenfalls gegeben. Die Aufgabe der Forschung ist die Ermittelung der Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander. Dies würde aber zu einem riesenhaften Inventar führen, die Wissenschaft hat die Aufgabe, die Forschungsergebnisse ökonomisch darzustellen. Diese Aufgabe erfüllt sie durch die Formulierung von Gesetzen. Diese bieten einen bequemen und kompendiösen Ersatz für ein unzählige Einzelfälle umfassendes Inventar. Außer dieser Zusammenfassung möglichst vieler Tatsachen in eine übersichtliche Form hat die Wissenschaft noch eine andere Aufgabe, die ebenfalls ökonomischer Natur ist. Sie hat die komplizierteren Tatsachen in möglichst wenige und möglichst einfache zu zerlegen. Dies nennen wir erklären.

In vollständiger Übereinstimmung mit Mach, aber unabhängig von ihm, hat Kirchhoff in seinen Vorlesungen über Mechanik (1. Auflage 1876) als Aufgabe der Mechanik definiert: „die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.“ Kirchhoffs Formulierung wirkte wohl zunächst befremdend, hat aber in der deutschen theoretischen Physik, so in den theoretischen Arbeiten von H. Hertz, nachhaltigen Einfluß geübt. Machs Schrift blieb ziemlich unbeachtet, und so ist es begreiflich, daß auch heute noch in Fachkreisen gelegentlich der Meinung Ausdruck gegeben wird, Mach habe seinen Standpunkt von Kirchhoff übernommen.

Im Dienste der beiden Funktionen der Wissenschaft stehen die Hypothesen und Theorien. Es ist wieder ökonomisch, wenn man versucht, neu entdeckte Erscheinungen auf die bestbekannten und geläufigsten zurückzuführen. Von diesem Gesichtspunkte aus würdigt Mach in rückhaltsloser Weise die Bestrebungen, die ganze Physik auf Mechanik zurückzuführen. Da ihm aber die mechanischen Vorgänge nur psychologisch und historisch als Grundlage der Physik erscheinen, sieht er die zeitgenössische Physik mit ganz anderen Augen an als seine Zeitgenossen. Sein freier Standpunkt gegenüber der damals herrschenden Grundansicht läßt ihn Betrachtungen anstellen, die vielen als Ketzereien, ja vielleicht sogar als Spott erscheinen mußten. Von hier aus wird die Gereiztheit verständlich, welche aus einzelnen Polemiken gegen ihn herausklingt. Freilich, berechtigt war solche Gereiztheit nicht und Mach hat sie darum auch, zumal er in Vornehmheit der polemischen Auseinandersetzung, die sich nie gegen die Person, sondern immer nur gegen die Sache wendete, geradezu als unübertreffbares Vorbild dasteht, wie eine Bösartigkeit empfunden, gegen welche ihm jede wirksame Waffe fehlte.

Seine Äußerungen über wissenschaftliche Ansichten sind immer von herzerfreuender Frische. An köstlichen Beispielen ist die Schrift über die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit reich. So, wenn er die Arbeitsleistung von Wärme und Wasser vergleicht: Wenn Wärme Arbeit leistet, verschwindet ein äquivalenter Betrag von Wärmemenge, wenn Wasser Arbeit leistet, verschwindet kein Wasser. Woher der Unterschied? Weil wir eine Wassermenge mit der Wage messen. Würden wir den Arbeitswert des Wassers Menge nennen und durch eine Mühle messen, so würde auch bei der Arbeitsleistung des Wassers eine Wassermenge verschwinden. Umgekehrt könnte man auch die Wärme als Stoff denken — „wenn wir also die Entdeckung anstaunen, daß Wärme Bewegung sei, so staunen wir etwas an, was nie entdeckt worden ist."

Alle Theorien haben nur Bedeutung als Mittel der wissenschaftlichen Forschung. „Das Ziel der Naturwissenschaft ist der Zusammenhang der Erscheinungen. Die Theorien aber sind wie dürre Blätter, welche abfallen, wenn sie den Organismus der Wissenschaft eine Zeitlang in Atem gehalten haben." So ist denn auch der Versuch, die gesamte Physik auf Mechanik zurückzuführen, nur als ein Mittel der Forschung und der Darstellung zu werten. Hierin stehen Maxwell und Hertz unserem Denker ganz nahe, auch Boltzmann finden wir gelegentlich auf diesem Standpunkt.

Unzertrennlich verbunden mit der mechanischen Physik ist die Atomistik. Aus den vorhergehenden Ausführungen ergibt sich schon der allgemeine, ablehnende Standpunkt, welchen Mach ihr gegenüber einnimmt. Aber er will sie nicht aus der Physik und Chemie verbannen, er läßt sie gerne als Forschungsmittel des Physikers und Chemikers gelten (worauf wir noch weiter unten zurückkommen). Freilich findet sein freier Blick auch noch innerhalb der Atomtheorie Ansatzstellen für eine Kritik. Er wirft ihr Enge vor, die aus der Beschränkung auf das Gesehene und Getastete fließt. „Nun gibt es aber Wahrnehmungsformen anderer Sinne, die dem Raume vollständig analog sind, so die Tonreihe für das Gehör, die einem Raume von einer Dimension entspricht, mit welchen Formen wir uns nicht den gleichen Passus erlauben. Wir denken nicht alles klingend und stellen uns die Molekularvorgänge nicht musikalisch, nicht in Tonhöhenverhältnissen vor, obgleich wir dazu geradeso berechtigt sind, wie dazu, uns dieselben räumlich zu denken." Ebensowenig ist es notwendig, sich bei molekulartheoretischen Überlegungen auf den empirischen Raum zu beschränken — und so erörtert er denn auch die Möglichkeit, zur Darstellung der Struktur des Moleküls Mannigfaltigkeiten von mehr als drei Dimensionen heranzuziehen, also die Beziehung auf unseren empirischen dreidimensionalen Raum aufzugeben. Wenn in neuester Zeit A. Byk die Annahme diskutiert (Ann. d. Phys. 1913), daß im Innern des Atoms Nicht-Enklidische Geometrie mit positivem oder negativem Krümmungsmaß gilt, so bewegt er sich in der Richtung der von Mach angedeuteten Möglichkeit, die ausschließliche Beziehung auf den empirischen Raum fallen zu lassen.

Ungemein bezeichnend ist das Hereinspielen physiologischer Gesichtspunkte, welche zu der Betonung der erkenntnistheoretischen Gleichwertigkeit des Getasteten, Gesehenen, Gehörten usw. führen. Diese gibt auch dem Problem der Fernwirkung ein neues Gesicht. Die Vorstellung der Fernwirkung hat sehr bedeutenden Denkern Schwierigkeiten verursacht, da ein Körper nur da wirken könne, wo er ist. „Aber wo ist ein Körper? Ist er nur dort, wo wir ihn tasten? Kehren wir die Sache um! Ein Körper ist dort, wo er wirkt. Er nimmt einen kleinen Raum ein für das Getast, einen größeren für das Gehör, einen noch größeren für das Gesicht. Wie käme der Tastsinn dazu, uns allein zu diktieren, wo ein Körper ist?" Das sieht für eine oberflächliche oder in den eingeprägten Schulvorstellungen befangene Beurteilung einer geistreichen Spielerei gleich, eröffnet aber dem Denken eine neue Bahn. Dem Physiologen liegt, wie das Beispiel Herings zeigt, solche Betrachtung freilich näher als dem Physiker.

Endlich sei die aus dem vorstehend kurz dargestellten Gedankenkomplex folgende Kritik des Stoffbegriffes erwähnt: „Uns Naturforschern ist der Begriff der ‚Seele' mitunter anstößig und wir lächeln darüber. Der Stoff ist aber eine Abstraktion ganz derselben Sorte, so gut und so schlecht als die erstere. Wir wissen von derselben so viel als wir vom Stoff wissen."

Neben der Mechanik und Wärmelehre, die in der angeführten Schrift berücksichtigt werden, galten Machs historische Studien der Optik. Er verfaßte ein dieses Gebiet behandelndes Werk, welches aber nicht zur Veröffentlichung gelangte. Das wiederholt umgearbeitete Manuskript harrt im Nachlaß der Ver-

öffentlichung. Welche Gründe Mach bestimmt haben, seine Untersuchungen über die Geschichte der Optik zurückzuhalten, ist mir nicht bekannt. Es ist aber zu vermuten, daß die Rücksicht auf eine systematische Reihenfolge mit dazu Veranlassung war, das Buch nicht gleich nach seiner Fertigstellung der Öffentlichkeit zu übergeben. In der Tat galt die erste große Veröffentlichung den Ergebnissen seiner Studien über die Mechanik, die 1883 in dem Buche: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt" erfolgte. Dieses Werk erschien 1912 in siebenter Auflage. Hier zeigt sich der bedeutende Denker in seiner vollen Größe, die reiche Fülle tiefer Gedanken ist in einfachster und durchsichtigster, ja geradezu in anmutiger Form vorgetragen. Es ist unmöglich, hier auf den Inhalt dieses Werkes näher einzugehen; es muß genügen, darauf hinzuweisen, daß es Klarheit überall dort bringt, wo sie am allernötigsten war und ist (erwähnt seien z. B. der Kraftbegriff, der Massenbegriff) und daß es das erste und wohl auch bedeutendste Werk der Selbstbesinnung in der Physik darstellt, welches gerade in der drängenden Flut der sich überstürzenden Entdeckungen und Fortschritte der modernen physikalischen Forschung von größter Bedeutung ist. In diesem Buche werden Gedanken, welche in der Schrift über die Erhaltung der Arbeit nur knapp vorgetragen oder erst angedeutet sind, näher ausgeführt und ergänzt. Mit allem Nachdruck wird der Standpunkt vertreten und eingehend begründet, daß jede wissenschaftliche „Erklärung" ökonomische Beschreibung ist. Diese Erkenntnis hatte Mach, wie schon hervorgehoben, bereits 1872 da der Schrift über die Erhaltung der Arbeit ausgesprochen. — Seiner allgemeinen, durch die kritische Untersuchung naturwissenschaftlicher Erkenntnis gewonnenen Auffassung entsprechend, daß die Naturwissenschaft nur Abhängigkeiten der Erscheinungen voneinander vorfinde und zu untersuchen habe, vertritt Mach streng die Relativität aller Bewegung, auch der drehenden, eine Lehre, die ihm die Gegnerschaft bedeutender Physiker eingetragen hat. Die Argumente seiner Gegner sind durch die neueste Entwicklung der Relativitätstheorie hinfällig geworden. Er ist ihr Vorläufer und hat lange vor Einstein und Minkowski ihr den Boden bereitet. Einstein selbst betont in seinem Nachruf (Physik. Ztschr. 1. April 1916), „daß Mach die schwachen Seiten der klassischen Mechanik klar erkannt hat und nicht weit davon entfernt war, eine allgemeine Relativitätstheorie zu fordern, und dies schon vor fast einem halben Jahrhundert! Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Mach auf die Relativitätstheorie gekommen wäre, wenn in der Zeit, als er jugendfrischen Geistes war, die Frage nach der Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit schon die Physiker bewegt hätte." Einstein hebt auch am angegebenen Orte mit Wärme hervor, daß er insbesondere durch Hume und Mach direkt und indirekt sehr gefördert worden ist und verweist nachdrücklich auf Machs Mechanik, denn „dort finden sich Gedanken meisterhaft dargelegt, die noch keineswegs Gemeingut der Physiker geworden sind". Diese Stellungnahme Einsteins sei hervorgehoben, weil Machs Gegner seiner Gedankenwelt einen hemmenden Einfluß auf das Fortschreiten der physikalischen Forschung zugeschrieben haben.

Der Mechanik folgten 1892 Mitteilungen zur Geschichte der Akustik, 1896 das Werk: „Die Prinzipien der Wärmelehre historisch-kritisch entwickelt" (2. Aufl. 1900). Mach gibt hier eine kritische Geschichte der Thermometrie und Kalorimetrie, sowie der Thermodynamik, wobei die strenge begriffliche Scheidung zwischen Thermodynamik und mechanischer Wärmetheorie durchgeführt wird. Wieder wird die mechanische Physik unter die kritische Lupe genommen und bei aller Anerkennung ihrer Bedeutung für die Forschung als zu eng befunden. „Bewegungen der Körper sind die einfachsten, anschaulichsten, am leichtesten sinnlich und in der Phantasie zu verfolgenden Vorgänge." Fast jeder physikalische Vorgang zeigt ferner eine mechanische Seite. Es ist naheliegend, ins weniger Bekannte durch das Bekanntere zu erklären oder darzustellen. In der Tat ist auch gegen die Darstellung physikalischer Vorgänge durch mechanische, gegen die Erläuterung derselben durch mechanische Analogien nichts einzuwenden. (Hier darf an den analogen Standpunkt von Maxwell und H. Hertz erinnert werden. Maxwell hat die sonderbarsten und kühnsten Mechanismen ersonnen, um die Eigenschaften des Elektromagnetischen Feldes darzustellen. Gerade von seinem erkenntnistheoretischen Standpunkt aus durfte er dies tun, ohne Gefahr zu laufen, abstrus zu erscheinen. Erkenntnistheoretisch stehen die Atome und Atommodelle der jüngsten Zeit auf derselben Stufe wie Maxwells Zellen, Zahnstangen und Friktionskörperchen. Hertz's Darstellung der Mechanik ist vielleicht durch den Wunsch angeregt worden, ihr eine für die Darstellung des elektromagnetismus geeignetere Form zu

geben.) Nimmt man aber die Versuche der mechanischen Darstellung, wie Mach sagt, „gar zu ernst und zu buchstäblich“, so erhält man „eine recht künstliche Darstellung der Welt, in welcher wir kaum die Wirklichkeit wiedererkennen. Und tatsächlich erscheint Menschen, welche sich längere Zeit der mechanisch-atomistischen Naturauffassung hingegeben haben, die uns bestvertraute Sinnenwelt plötzlich als das größte Welträtsel.“ — Die Behandlung der Thermodynamik führt Mach ungezwungen zu der Betrachtung chemischer Vorgänge. Auch waren die chemischen Vorgänge durch seine sinnesphysiologischen und psychologischen Arbeiten seinem Interesse besonders nahegelegt. In dem Kapitel der Prinzipien der Wärmelehre, welches das Verhältnis physikalischer und chemischer Vorgänge behandelt, entwickelt Mach in gedrängtester Kürze sehr originelle und fernhinschauende Ideen. Sollten nicht auch hier, wie in der Physik, die weitausgreifenden Gedanken dieses feinen und umfassenden Geistes, der mehr als irgendeiner der Lebenden die Gesamtheit des Naturgeschehens mit kühner und doch kritisch gebändigter Phantasie umspannte, das erste Leuchten eines bedeutenden Fortschrittes der theoretischen Chemie sein? Über das Verhältnis von Physik und Chemie sagt Mach folgendes. „Bei physikalischen Vorgängen gehen Massen von einem Geschwindigkeits-, Temperatur- oder elektrischem Niveau zum anderen über, oder was auf dasselbe hinauskommt, da mindestens zwei Massen in Reaktion treten müssen, Niveauwerte wandern von einer Masse zur andern. Kaltes Eisen und heißes Eisen gleichen ihre Temperatur aus. Aber auch kaltes Eisen und heißes Kupfer verhalten sich ebenso; hier handelt es sich nur um den Ausgleich einer Eigenschaft. Sollte man sich nicht vorstellen können, daß auch im Gebiete der Chemie nichts weiter vorgeht, als daß (durchaus gleichartige) chemische Massen von einem chemischen Niveau auf ein anderes übergehen? Damit aber ein solches chemisches Potential nicht ein bloßes Wort sei, muß ermittelt werden, was dasselbe mit einem physikalischen Potential gemein und nicht gemein hat.“ Nach einigen Ausführungen über diese Frage heißt es weiter: „Nehmen wir also ein chemisches Potential an, so müssen wir zugeben, daß dasselbe zum Unterschied physikalischer Potentiale diskrete Stufen aufweist, die bei Zerlegung einer sogenannten Verbindung in umgekehrter Ordnung wieder zurückgelegt werden können. Die Verhältnisse der reagierenden Massen sind bestimmte an jene Potentialstufen gebundene, derart, daß mit der umgekehrten Massenverschiebung (Zerlegung) auch die Potentialstufen in umgekehrter Ordnung durchschritten werden. Man muß zugeben, daß die übliche Atomentheorie alles dies in der einfachsten und anschaulichsten Weise darstellt. Nimmt man hinzu, daß diese Anschauung auch zu neuen Entdeckungen geführt hat, indem die Analogie sich weiter bewährt hat, als bei ihrer Auffindung angenommen wurde, so kann die Wertschätzung derselben bei den Chemikern nicht wundern.“ Die Möglichkeit, daß der Begriff des chemischen Potentials das Gleiche und vielleicht noch mehr leiste als die Atomtheorie, erblickt Mach in der durch bereits bekannte Ergebnisse der Chemie (z. B. das periodische System) nahegelegten Vermutung, daß das chemische Potential nicht einer einfachen linearen Mannigfaltigkeit wie die physikalischen Potentiale, sondern einer Mannigfaltigkeit von höherer Dimensionszahl angehöre. Aus allem scheint ihm hervorzugehen, daß chemische Prozesse tiefer greifen als physikalische. Darum meint er, daß eine vollkommene chemische Theorie die Physik umfassen könnte und nicht umgekehrt, und erhofft von einer solchen noch weiter gehende Aufklärungen: „Und so, wie wir jetzt in der Stereochemie chemische Verhältnisse durch Raumverhältnisse aufzuklären versuchen, ist es ganz wohl möglich, daß wir einmal zum Verständnis des Raumes, seiner Dimensionszahl usw. auf chemischem Wege gelangen.“ — Einige Kapitel allgemeineren kritischen und erkenntnistheoretischen Inhalts beschließen das Buch.

Neben den physikalischen und historischen Studien gingen schon seit 1861 psychologische Arbeiten einher. In diesem Jahr veröffentlichte Mach eine Abhandlung über das Sehen von Lagen und Winkeln und Vorlesungen über Psychophysik. Die psychologischen Arbeiten sind das zweite Tor, welches ihn zur Philosophie führt. Die große Zahl von Machs physiologisch-psychologischen Untersuchungen umfaßt die Gebiete: Tonempfindungen, Bewegungsempfindungen, Raum- und Farbenpsychologie, Psychologie der Zeitempfindung und psychologische Erscheinungen allgemeinerer Natur. Hier kann nur einiges von diesen Arbeiten herausgehoben werden. „Ein Zufall führte mich“, erzählt Mach, „auf das Studium der Bewegungsempfindungen zurück. Ich beobachtete die Schiefstellung der Häuser und Bäume beim Durch-

fahren einer Eisenbahnkurve. Sie ließ sich leicht erklären, wenn man eine direkte Empfindung der resultierenden Massenbeschleunigung annahm. Obwohl mir die physiologische Seite des Gegenstandes, auch als ich wieder auf denselben verfiel, noch ganz fremd war, und ich die Arbeiten von Flourens und Goltz kaum dem Namen nach kannte, so war diese Spur Ferment doch genügend, um meine Gedanken in der Richtung anzuregen, welche sie wirklich eingeschlagen haben." Seine Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß gewisse Labyrinthnerven vermöge ihrer spezifischen Energie jeden Reiz mit einer Bewegungsempfindung beantworten, wodurch sich die Flourensschen Erscheinungen erklären. Dieser Reiz werde aber in der Regel durch den Labyrinthinhalt selbst gesetzt, welcher bei Bewegungen der Tiere das Schwerpunkt- und Flächenprinzip zu erfüllen strebt. Zu ähnlichen Ansichten gelangten bald nachher auch Breuer und Brown.

Mach lehrt eine spezifische Zeitempfindung, welche nach ihm mit der organischen Konsumption zusammenhängt. Wir empfinden die Arbeit der Aufmerksamkeit als Zeit. Nach dieser Auffassung ist die empfundene Zeit an die wachsende Arbeit der Aufmerksamkeit gebunden, es ist daher verständlich, daß sie analog der physikalischen nicht umkehrbar ist.

Im Jahre 1885 erschien dann die zusammenfassende Darstellung: „Beiträge zur Analyse der Empfindungen und das Verhältnis vom Physischen zum Psychischen", welche lange Jahre ein stilles Dasein führte, dann aber zahlreiche Neuauflagen erlebte (6. Aufl. 1911). In den ersten Kapiteln dieses Werkes gibt Mach die Darstellung seines Standpunktes, welcher sich ihm aus der Synthese seiner physikalischen, historisch-kritischen und physiologisch-psychologischen Untersuchungen ergeben hat. Seine Absicht war, einen Standpunkt zu finden, den er nicht zu wechseln brauchte, wenn er von einem Gebiet zum anderen überging.

Die mechanistische Auffassung gibt solchen Standpunkt nicht. Auch der Laplacesche Geist, welcher die Lage, Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsrichtung aller Atome des Weltalls zu einem Zeitmoment überschaut, stößt bei dem Versuch, hieraus den Weltzustand im nächsten Moment abzuleiten, auf Probleme, denen gegenüber er sich mit dem Ignorabimus Emil du Bois-Reymonds bescheiden muß. Vom Standpunkt der mechanischen Auffassung führt keine Brücke zu den psychischen Erscheinungen und doch zeigt uns unser Erleben eine innige Verflechtung physikalischer, physiologischer und psychischer Vorgänge; um sie der wissenschaftlichen Erfassung zugänglich zu machen, ist also eine einheitliche Grundansicht zu suchen, von welcher aus in jedes Einzelgebiet vorgedrungen werden kann. Eine solche Grundansicht ist eben die mechanische Weltansicht mit der Atomtheorie nicht. Hier liegt die tiefste Quelle für Machs Ablehnung der Atomtheorie; aus dem höheren methodologischen Gesichtspunkt beschränkt er ihre Zulässigkeit auf die Rolle einer Arbeitshypothese für die Physik und Chemie. Als solche verliert sie naturgemäß für ihn die faszinierende Gewalt, welches sie auf das Denken des Nur-Physikers oder Nur-Chemikers ausübt und er strebt nach einer Physik und Chemie, welche dieser Krücke entbehren kann.

Seine Bemühung um eine solche einheitliche Grundansicht haben die Zeitgenossen die Machsche Philosophie genannt. Mach selbst aber lehnt den Titel eines Philosophen ab; er will keine grundsätzlich neue Philosophie aus der Wiege heben, sondern eine alte, abgestandene aus der Naturwissenschaft entfernen. „Das Land des Transzendenten ist mir verschlossen. Und wenn ich noch hinzufüge, daß dessen Bewohner meine Wißbegierde gar nicht zu reizen vermögen, so kann man die weite Kluft ermessen, welche zwischen vielen Philosophen und mir besteht." Eine abgeschlossene Weltansicht zu geben, lag ihm ferne; nach Mach besteht die Weisheit darin, die nicht abgeschlossene und niemals abschließbare wissenschaftliche Ansicht der Welt zu ertragen. „Es gibt ——— keine Machsche Philosophie, sondern höchstens eine naturwissenschaftliche Methodologie und Erkenntnispsychologie, und beide sind, wie alle naturwissenschaftlichen Theorien, vorläufige unvollkommene Versuche." Bei der Aufsuchung eines Standpunktes, den er nicht zu wechseln brauchte, wenn er von der Physik zur Physiologie und Psychologie überging, ging er von dem natürlichen Weltbild aus, wie es jeder ohne sein Zutun bei geistigem Erwachen in sich findet. Das Ergebnis seiner Analyse des natürlichen Weltbildes ist seine Elementenlehre. Die physischen Befunde lassen sich in derzeit nicht weiter zerlegbare Elemente auflösen: Farben, Töne, Drücke, Wärmen, Räume, Zeiten usw. Diese Elemente zeigen sich abhängig sowohl von Umständen, welche außerhalb der räumlichen Umgrenzung des eigenen Körpers, als auch von solchen, welche innerhalb derselben liegen. Insofern und nur insofern

letzteres der Fall ist, nennen wir diese Elemente auch Empfindungen. Das Physische und das Psychische enthält also gemeinsame Elemente — wo für die Ausdrücke „Element, Elementenkomplex" die Bezeichnungen „Empfindung, Empfindungskomplex" gebraucht werden, muß man sich gegenwärtig halten, „daß die Elemente nur in der bezeichneten Verbindung und Beziehung, in der bezeichneten funktionalen Abhängigkeit Empfindungen sind. Sie sind in anderer funktionaler Beziehung zugleich physikalische Objekte". Die Elementenlehre ist der am meisten bekämpfte, weil Mißverständnissen am meisten ausgesetzte Teil von Machs Ansichten. Sie gibt den Schlüssel zu dem Machschen Gedankengebäude, aber man darf nicht glauben, sich dieses Schlüssels ohne eine eingehende und kritische Revision der Begriffe des „gesunden Menschenverstandes" oder irgendwelcher Philosophien bemächtigen zu können. Die Aufgabe der Wissenschaft ist die Feststellung der funktionalen Abhängigkeit der Elemente voneinander. Mach bestreitet die Möglichkeit, die Welt mit absoluten Begriffen aufbauen zu können. Wir sind nur imstande, das gegebene Weltbild zu analysieren. Das derzeitige Ende dieser Analyse sind Elemente, die bisher nicht weiter zerlegt werden konnten. Von diesem Standpunkt aus gibt es keine Kluft zwischen Körpern und Empfindungen, zwischen Außen und Innen, zwischen der materiellen und der geistigen Welt.

In diesem Anschauungskreis ist kein Platz für den philosophischen Begriff der Substanz. Wir sind gewöhnt, einen Körper als etwas Beständiges anzusehen. Indem wir nun einmal dies, ein andermal ein anderes sinnliches Element weglassen, ohne daß der Rest aufhörte, den Körper zu repräsentieren, in Erinnerung zu rufen, geraten wir auf die Vorstellung, daß noch immer etwas übrig wäre, wenn wir alle Elemente wegließen, es bildet sich die Vorstellung eines außersinnlichen Trägers der Eigenschaften, einer Substanz des Körpers im philosophischen Sinne. Diese Idee zerfließt aber in der Analyse, sie erweist sich als ein Produkt der dichtenden Phantasie. Beständiger als alles, was man bisher Substanz genannt hat, erweist sich die Beständigkeit der Verbindung der Reaktionen, welche die physikalischen Sätze darlegen, sie sind die höchste Substanzialität, welche die Forschung bisher enthüllen konnte.

Im Winter 1895/96 hielt Mach in Wien ein Kolleg über „Psychologie und Logik der Forschung", in welchem er den Versuch machte, „die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen". Sein Werk „Erkenntnis und Irrtum, Skizzen zur Psychologie der Forschung", welches 1905 erschien, enthält im Wesentlichen eine Auswahl des in dieser Vorlesung behandelten Stoffes in freier Bearbeitung. Aus dem reichen, die ganze Gedankenwelt Machs umspannenden Inhalt dieses Buches, in welchem auch einzelne frühere Publikationen verarbeitet worden sind, kann hier nur einiges besonders betont werden. Der Prozeß der Erkenntnisgewinnung wird ausführlich erörtert, seine beiden Phasen, Anpassung der Gedanken an die Tatsachen als das Fundament, Anpassung der Gedanken aneinander als der Oberbau der Wissenschaft charakterisiert; die Methoden der Induktion und Deduktion untersucht, der „Begriff" analysiert, die Bedeutung der „Gedankenexperimente" auseinandergesetzt und die Rolle der Ähnlichkeit und Analogie als Leitfaden der Forschung dargelegt. Eine eingehende Erörterung erfahren Raum und Zeit, besondere Aufmerksamkeit verdient das Kapitel über „die physiologische Zeit", welches geeignet ist, die Schwierigkeiten überwinden zu helfen, welche manche Philosophen und Physiker in der Zeitauffassung der modernen physikalischen Relativitätstheorie finden: „Man muß zwischen der unmittelbaren Empfindung einer Dauer und einer Maßzahl so scharf unterscheiden, wie zwischen Wärmeempfindung und Temperatur. Jeder hat seine eigene Zeitanschauung; dieselbe ist nicht übertragbar. Die chronometrischen Begriffe sind allen gebildeten Menschen gemeinsam; dieselben sind übertragbar." — Dieses Buch Machs ist ohne spezielle fachwissenschaftliche Vorbildung jedem gebildeten ernsthaften Leser zugänglich. Zur ersten Bekanntschaft mit der Geisteswelt des großen Denkers und seiner Art und Weise, den Problemen gegenüberzutreten, dürften allerdings seine Populärwissenschaftlichen Vorlesungen (4. Aufl. 1910) mehr zu empfehlen sein.

Wenige Monate vor seinem Tode veröffentlichte Mach eine Studie „Kultur und Mechanik" (Verlag von W. Spemann, 1915). Sie gibt ein Programm und den ersten Versuch in einem neuen Forschungszweig: durch die Beobachtung ganz junger Kinder Aufschluß über die prähistorische Technik zu gewinnen und auf diesem Wege zu den ersten Ursprüngen der menschlichen Wissenschaft und Kultur vorzudringen.

*

Auch von Mach läßt sich sagen, daß sich die großen Ereignisse seines Lebens in seinem Kopfe vollzogen haben. Sein äußeres Leben verlief in den normalen Bahnen des akademischen Daseins. Schwere Schicksalsschläge blieben ihm nicht erspart, persönlich traf ihn das Schwerste, was einen Menschen treffen kann: frühes Siechtum infolge eines Schlaganfalles. Glücklicherweise blieb sein Intellekt verschont, und so ergab sich aus diesem Unglück wohl eine einschneidende Veränderung in seinem äußeren Dasein, sein geistiges Leben und seine intellektuelle Energie aber blieben von demselben unberührt. Es grenzt an das Wunderbare, in welchem Maße sein Geist den zerbrochenen Körper beherrschte und sein nie rastender Forschungsdrang über die Beschwerden des Siechtums triumphierte. Seine geistige Entwicklung vollzog sich in gerader aufsteigender Linie. Früh schon hatte er aus dem Drange nach einem umfassenden Standpunkt heraus den Weg zu den zentralen abgemeinen Gesichtspunkten gefunden, die er in seinen Werken verkündete, und diese in allen Spezialforschungen nicht weniger als in seinen methologischen Arbeiten konsequent festgehalten. Hieraus ergibt sich eine Einheitlichkeit und Geschlossenheit seiner Gesamtleistung, wie wir sie nur bei ganz großen Denkern finden und welche für große Denker so charakteristisch ist. Diese Einheitlichkeit und Geschlossenheit seines geistigen Besitzes verlieh ihm eine merkwürdige Sicherheit und Überlegenheit gegen alle Widerstände und Angriffe seitens abweichender Meinungen, sowie gegen die gewöhnlichen, kleinen und großen Widerwärtigkeiten des Daseins. Weil diese Festigkeit rein intellektueller Natur war, konnte mit ihr eine weit über das gewöhnliche Maß hinausgehende Wertschätzung fremder Arbeit einhergehen, die sich auch durch die Abweichung von seinen Anschauungen nicht beeinflussen ließ. Die Festigkeit und Klarheit, die ihm die Leiden des Daseins mit Heiterkeit ertragen ließen, bewährte er auch noch im Tode: in seinem Testament grüßt er alle, die sich seiner erinnern, und bittet sie um ein heiteres Gedenken[1]). Seinen Freunden und Schülern wird aus diesen Worten immer wieder die große, über alles Irdische weit hinausragende Gestalt des dahingegangenen Forschers neu lebendig erstehen. Aber sie werden auch stets in tiefer Dankbarkeit seiner gedenken, der mit ruhigem Auge in das stürmisch bewegte Meer der zeitgenössischen wissenschaftlichen Arbeit hineinsah und von dem sie, mochten sie selbst nicht alle seine Ansichten teilen, wie von keinem anderen lernen konnten, die Einheit in der Vielheit zu suchen.

Der hervorstechendste Zug in Machs Charakter war seine unendliche Güte und Menschenliebe. Hier, so paradox es klingen mag, zollte er der Menschlichkeit seinen Tribut: Er war nicht imstande, eine Bitte abzuschlagen, durch deren Gewährung jemand gefördert werden konnte. Und so gibt es mit einer Vorrede von Mach ausgezeichnete Bücher, in denen man einen inneren Zusammenhang mit seiner Welt schwerlich finden wird. An seinen Freunden hing Mach mit unerschütterlicher Treue. Wo eine verwandte Geistesrichtung und verwandtes Streben dem Freundschaftsbündnis zugrunde lag, wie z. B. seinen Beziehungen zu dem geistreichen Ingenieur und Kulturphilosophen Josef Popper-Lynkeus, gewann es den Charakter tiefster Innigkeit. Er war stets bereit, zu helfen, im Kleinen, wie im Großen. Er hatte daher auch einen offenen Sinn für die sozialen Aufgaben der Zeit. Hierfür ein Beleg: im Jahre 1901 wurde Mach in das österreichische Herrenhaus berufen. Sein körperlicher Zustand verhinderte ihn, an den Sitzungen desselben teilzunehmen. Als aber das Bergarbeitergesetz zur Beratung stand, welches den Bergarbeitern Verkürzung der Arbeitszeit bringen sollte, ließ er sich in den Sitzungssaal schaffen, um seine Stimme zugunsten des Gesetzes abzugeben.

Freudigen Herzens dürfen wir sagen, daß Österreich diesen seinen großen Sohn gewürdigt und geehrt hat, wie es ihm gebührte. Mochten ihm selbst die äußeren Ehren auch gering wiegen und er in der Abwehr derselben gelegentlich eine nicht unbeträchtliche Energie entfalten: uns erfüllt es mit Dankbarkeit, daß die Schätzung des großen Denkers nach allen Richtungen hin zum Ausdruck gekommen und so an ihm das Wort Nemo propheta in patria auch äußerlich zuschanden geworden ist. Wir dürfen ohne alle Bitterkeit von ihm das stolze Wort sagen: Er war unser.

Anton Lampa.

[1]) Mach hinterließ eine von ihm selbst verfaßte und gemäß seiner Anordnung erst nach seiner Bestattung zu veröffentlichende Todesnachricht folgenden Wortlauts: „Bei seinem Ausscheiden aus dem Leben grüßt Professor Ernst Mach alle, die ihn kannten, und bittet, ihm ein heiteres Andenken zu bewahren. Das Begräbnis fand im engsten Familienkreise statt. Um stilles Beileid für die Familie wird gebeten."

Druck von Hesse & Becker in Leipzig

...entzündung erkrankt. Die Krankheit nahm vom Anfang an einen gefahrdrohenden Verlauf. Obersanitätsrat Dr. Bogdan, der den Grafen behandelte, betonte schon in seinen ersten Bulletins den Ernst der Lage. Als Konsuliarius wurde Hofrat Professor Dr. Robert Ortner beigezogen. Das Fieber war sehr hoch, der Puls von beunruhigender Frequenz; die Expektoration stockte und die Atmung war behindert. Die Bulletins wurden von Tag zu Tag ungünstiger und das heutige Morgenbulletin hat den Zustand als sehr ernst bezeichnet. Die Gemahlin des Gesandten wich nicht vom Krankenlager. Gräfin Marie-Anne Rex pflegte unermüdlich ihren Gemahl selbst, obwohl es von ihr einen hohen Grad von Ueberwindung erforderte, ihre Besorgnis am Krankenbette nicht merken zu lassen. Trotz aller liebevollen Sorge, trotz der Bemühungen der Aerzte ist Graf Rex gestern um ½3 Uhr nachmittags dem Leiden erlegen. Der Tod wurde gleich dem Kaiser, dem König von Sachsen und dem Ministerium des Aeußern gemeldet.

Rudolf Karl Kaspar Graf von Rex war der Chef des dem obersächsischen Uradel angehörenden gräflichen Hauses, das sich nach dem bei Lützen gelegenen Orte Roecken nannte, und mit dem Abt des Klosters Pegau Sifridus de Rekkin zuerst urkundlich erscheint. Als seinen Stammvater betrachtet das Haus den Ritter Cunradus von Rekken (1232 bis 1275). Am Ende des 14. Jahrhunderts ging der Name in Reckes und Rekis, in der Mitte des 15. Jahrhunderts in Rex über. Seit 1764 wurde das Haus in den Reichsgrafenstand erhoben. Graf Rudolf Rex wurde am 23. Jänner 1858 als der ältere der beiden Söhne des sächsischen Kammerherrn und Majors Karl Kaspar Grafen Rex und der Gräfin Margarete, gebornen von Metzradt, geboren. Er hat sich zu München am 19. Juli 1887 mit Marie-Anne Gräfin Pappenheim, der einzigen Tochter des Grafen Maximilian Pappenheim, vermählt. Der Ehe entsprossen vier Kinder: sächsischer Referendar und Leutnant der Reserve des Gardereiterregiments Graf Karl Max Rex, Gräfin Marie Luise, Gemahlin des Botschaftsrates Hon. Theo Russell, Graf Christian und Gräfin Ernestine. Der Graf war Herr der Herrschaft Zedlitz bei Borna, die 413 Hektar umfaßt. Seit dem 7. Jänner 1898 vertrat er den König von Sachsen am hiesigen Hofe. Er war der Doyen

...z vom 18. d.): ...pital Neuhaus ... Kohn, Kriegs- ... R.", 7. Bezirk, ...er ausgewiesen

...tot (Notiz vom ...romanja, 2 K., ...mmen 394 K.

...nügungs- ... befindet sich





## Nachträgliche Genehmigung des ... provisoriums bis 31. März ...

Vizebürgermeister Hoß berichtet soda... Budgetprovisorien vom 1. Juli bis 30. Sep... und vom 1. Oktober 1915 bis 31. März 19... unter anderm:

Die Aemter haben den Voranschlag... fertiggestellt, der Stadtrat hat ihn i... Sitzungen durchgearbeitet, und es wurde... Beschlüssen des Stadtrates die Entwürfe... Gemeinderäten übermittelt. Der Voran... sich im Rahmen der verfügbaren Mitte... voraussichtlichen Gemeindeabgaben. Die ... der Gemeindeabgaben obliegt dem G... Nachdem mit Rücksicht auf die zurzeit ... Kriegsereignisse Gemeinderatssitzungen ... gehalten werden konnten, blieb kein a... übrig, als daß nach dem Beschluß des ... Budgetprovisorien bewilligt worden sin... Herr Bürgermeister die entsprechenden V... getroffen hat. Am 23. Juli wurde ein B... sorium für drei Monate bewilligt. De... meister hat also die Absicht gehabt, dem G... möglichst bald Gelegenheit zu bieten, si... Voranschlag zu beschäftigen. Die Beschlüsse... rates und die Verfügungen des Bü... wurden vom Statthalter genehmigend zu... genommen. Vor Ablauf des September ... sich, daß die Verhältnisse nicht andre ge... und daß auch längere Zeit keine ander... dürften. Es mußte sich daher der Stadtrat ... mit einem Budgetprovisorium, und ... 1. Oktober 1915 bis 31. März 1916, beschäf... ebenfalls vom Statthalter die Zustimmun... Verfügungen gegeben wurde. Ich bitte, ... Provisorien nachträglich zur Kenntnis zu ...

Dr. Hein: Wir haben gegen die von ... Bürgermeister verfügten und vom ... angeordneten Budgetprovisorien Prote... und Beschwerden an den Verwaltungs... überreicht, weil dem Stadtrat nach dem kl... laut der Gemeindestatuten die Kompeten... ordnung von Budgetprovisorien nicht zust... dem Herrn Bürgermeister mit dem Ge... beschluß vom 22. September 191... Ermächtigung längst ihre Grundl... loren hat und an sich zur Erlassung ein... provisoriums keine Berechtigung gab. ... jedoch vollkommen ferne liegt, der ... gemäßen Beitellung des Gemeindehaushal... nisse zu bereiten, werden wir unter Wahr... Rechtsstandpunktes und unter Vorbehal... Kritik unter den gegenwärtigen außerd... Verhältnissen für die Erteilung der ... nität stimmen.

Bei der Abstimmung werden die beid... provisorien angenommen.

Das vom Vizebürgermeister Hoß h... gelegte Budgetprovisorium für die Zeit vo...

des diplomatischen Korps in Wien. Graf Rex erfreute sich der besonderen Gunst des Kaisers, der ihn mehrfach auszeichnete. Im Jahre 1902 verlieh er ihm den Orden der Eisernen Krone erster Klasse, 1905 das Großkreuz des Leopoldordens und aus Anlaß der zehnjährigen Dauer seines Wirkens als Gesandter in Wien die Brillanten zum Großkreuz. Die Tätigkeit des Gesandten in Wien war sehr ausgebreitet und anstrengend, sind doch die Beziehungen zum Nachbarland Sachsen zur Monarchie vielfach. Im Februar 1907 hat König Friedrich August von Sachsen, der dem Gesandten dauernd seine Gunst zugewendet und ihn vielfach ausgezeichnet hat, den Grafen Rex zum Wirklichen Geheimen Rat ernannt. Der Graf war auch Rittmeister der Reserve und sächsischer Kammerherr, Großkreuz des sächsischen Albrechtordens (mit dem goldenen Stern und schwarzen Band), Ritter des preußischen Roten Adlerordens erster Klasse und des preußischen Kronenordens erster Klasse.

In Wien erfreuten sich Graf und Gräfin Rex großer Sympathien. Besonderes in künstlerischen Kreisen wurde Graf Rex sehr geschätzt. Er und seine Gemahlin beteiligten sich sehr rege an allen öffentlichen künstlerischen Veranstaltungen, die wohltätigen Zwecken dienen. Der Graf selbst war Maler und hat einen hervorragenden Anteil an dem Gelingen mehrerer zu wohltätigen Zwecken veranstalteten Ausstellungen von Kunstdilettanten der Aristokratie genommen. Er war auch ein eifriger Jäger und hatte vor dem Kriege mehrmals im Jahre Gelegenheit, den König von Sachsen in Wien zu empfangen, wenn sich der Monarch auf der Durchreise nach seinem Jagdgebiet in Tarvis hier aufhielt. Der Deutsche Hilfsverein verliert mit dem Grafen seinen Vizepräsidenten. Ueberhaupt hat der so jäh verblichene Gesandte für seine Landsleute nach Kräften gesorgt, und die Kolonie der Sachsen in Wien verliert einen tatkräftigen Beschützer in dem Toten.

Ministerpräsident Graf Stürgkh fuhr bald nach dem Ableben bei der sächsischen Gesandtschaft in der Beitgasse vor und drückte im eigenen Namen und im Namen der k. k. Regierung das Beileid aus Anlaß des Ablebens des Gesandten Grafen Rex aus.

## Kondolenz des Kaisers.

Der Kaiser hat gleich nach Erhalt der Trauernachricht von dem Ableben des sächsischen Gesandten Grafen Rudolf v. Rex telegraphisch folgende Kondolenz an Gräfin Maria Anna v. Rex gerichtet:

„Mit tief empfundenem Bedauern vernehme Ich soeben das Ableben des Grafen Rudolf v. Rex, Ihres nach kurzer Krankheit verschiedenen Gemahls, und drängt es mich, Sie, liebe Gräfin, und Ihre Kinder aufrichtig zu versichern, daß Ich den Schmerz ob dieses überaus schweren, ungegenwärtigten Verlustes aus ganzem Herzen teile. Dem Verblichenen, welchen Ich ob seiner vornehmen persönlichen Eigenschaften und seiner langjährigen ersprießlichen Betätigung als des Königs von Sachsen Gesandter an Meinem Hofe besonders hoch schätzte, werde Ich stets eine ehrende Erinnerung getreu bewahren.

Franz Josef m. p."

# Ernst Mach †.

Eines Unsterblichen Leib ist gestern der Erde zurückgegeben worden. Des großen Toten Wunsch über das Grab hinaus war die ergreifende Bitte um ein freundliches, heiteres Andenken. „Freundlich, heiter" — welch mahnendes Testament in dieser gewaltigen Zeit, das sich nicht nur an die treue Schar seiner Bewunderer, das sich heute eigentlich an alle wendet, die, einer stolzen, glücklichen Zukunft gedenkend, die Opfer des Weltkrieges mannhaft und zuversichtlich tragen. Freilich schwer wird es, sehr schwer, die Trauer um den Verlust Ernst Machs in gemessene Worte zu kleiden; denn der Tod hat uns einen geistigen Besitzstand geraubt, der der Ruhm unsrer Heimat war und ihr Stolz, den wir alle bekunden durften, ohne auch nur der leisesten Ueberhebung bezichtigt zu werden. Es gibt kein erhebenderes Empfinden als den Schauder, den wahrhaft große, neue Gedanken in uns wecken, wenn mit einem Male ein Genie Neuland entdeckt, uns Gebiete in strahlendes Licht taucht, die wir scheu als unerklärbar anstaunten. Ernst Machs Werke haben Abertausenden die schönste Ueberraschung neuer Wahrheiten gebracht, und was er uns, was er der Welt gab, war reifste Frucht und köstlicher Same. Man scheut sich, die Kennworte anzuwenden, die an der Bahre der Helden der Wissenschaft, der Eroberer im Reiche des Geistes gesprochen werden, denn gerade Ernst Mach lehrte uns die Klarheit und die edle Einfachheit als höchstes Ziel bei jeglicher Mitteilung lieben und schätzen. Vielleicht ehrt man den Dahingegangenen am geziemendsten, wenn man dem großen Lehrmeister einfach Dank sagt für alles, was wir ihm schulden; so viele gibt es, die gar nicht ahnen, daß gerade in den besten Formen ihrer Gedanken und ihrer Taten Ernst Mach lebt und seine Werke deren Ausstrahlungen reichste Lebenskraft eines reinen, gesunden Geistes bringen. Bei der großen Aufgabe des „Umlernens" in unsern Tagen ist Ernst Mach einer der berufensten Führer. Wahren wir ihm, wie er es wünscht, ein freundlich heiteres Andenken, aber geloben wir zugleich, seine Schüler zu bleiben, in seinem Geiste zu wirken.

* * *

## Die Todesnachricht.

München, 22. Februar. (Privattelegramm.) Professor Ernst Mach ist am vorigen Samstag in der Nähe von München, wo er die letzten Jahre, schwer körperlich leidend, bei seinem Sohne verbrachte, an Herzlähmung gestorben. Gestern hat in München die Feuerbestattung stattgefunden, wobei, dem letzten Wunsche des Verstorbenen entsprechend, nur die nächsten Familienangehörigen anwesend waren. Die Todesnachricht war bis dahin zurückgehalten worden.

* * *

Ernst Mach war am 18. Februar 1838 in Turas in Mähren geboren. Er habilitierte sich 1861 zunächst als Dozent für Mathematik an der Wiener Technik, wurde sodann 1864 als ordentlicher Professor an die Universität Graz berufen, wo er mit der Veröffentlichung seiner erkenntnistheoretischen Schriften begann. Nach einer längeren Wirksamkeit in Prag übersiedelte Mach 1894 nach Wien, wo er kaum drei Jahre wirkte. Im Jahre 1913 übersiedelte Mach nach München. Mach, der Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Ehrungen war, gehörte seit 1901 dem österreichischen Herrenhaus an.

## Persönliches von Ernst Mach.

Von einem Freund unsres Blattes wird uns geschrieben: „Ich habe Mach gelegentlich der elektrischen Ausstellung im Jahre 1883 in Wien kennen gelernt. Er erregte mit einer kleinen Ausstellung viel Aufsehen, und das nicht nur in wissenschaftlichen Kreisen: mit seinen Blitzphotographien, der Darstellung des dem abgefeuerten Geschosse nachnachfolgenden Luftwirbels und andern Dingen, deren ich mich nicht recht mehr erinnern kann — ich bin kein Physiker, sonst wüßte ich mehr darüber zu sagen. Aber dieser Umstand, daß ich kein Physiker bin, machte mir eine der schönsten menschlichen Eigenschaften des großen Gelehrten um so eindringlicher klar, seine große Bescheidenheit und Güte, seine Freiheit von allem Dünkel und Hochmut. Er war das Entgegenkommen und die Liebenswürdigkeit selbst, als ich, ein ihm noch fremder, nach Belehrung dürstender Ausstellungsbesucher, ihn um Aufklärung über das Wesen der Blitzphotographien bat, an denen er eben etwas ordnete. Ein zufällig hinzukommender gemeinsamer Freund machte mich dann mit ihm näher bekannt, und ich durfte in späteren Jahren noch oft mich seiner Gesellschaft erfreuen. Nie habe ich ihn anders gefunden als teilnehmend für jedes fremde Leid, trost- und hilfsbereit, schlicht und freundlich in seinem Auftreten.

So oft ich ihn sah, fiel mir eine Stelle aus einer seiner frühesten Publikationen ein, in der er von dem Eindruck spricht, den der Mensch von sich selbst erhält. Er erzählt, wie er einmal in einen Stellwagen stieg und am andern Ende des Wagens einen andern Mann ebenfalls einsteigen sah: „Was ist denn das für ein dürrer, alter Schulmeister?, dachte ich — und das war mein eigenes Bild, das in einem Spiegel an der Hinterwand des Wagens auftauchte." So wenig, schloß er, kenne der Mensch seine eigene Erscheinung.

Mach war damals Professor an der Universität in Prag, wurde aber bald nach Wien berufen, wo er manches Schwere erlebte. Ich spreche nicht von den Anfeindungen der Finsterlinge, denen er ruhig und sicher standhielt. Ich spreche von seinen persönlichen Erfahrungen, die sehr schmerzlicher Art waren. Seine Gattin verunglückte kurz nach der Uebersiedlung und litt lange bis zu ihrer Wiedergenesung. Nach wenigen Jahren verlor er einen seiner reich begabten, hoffnungsvollen Söhne, der in einer hervorragenden Stellung bei Zeiß in Jena von einem plötzlichen Tode ereilt wurde. Auf der Reise, die Mach nach Jena antrat, wurde er vom Schlage gerührt; die rechte Körperhälfte war gelähmt und — er war im Begriff, sein großes Werk, „Die Geschichte der Mechanik", zu schreiben! Wie ein Weiser trug er das neue Unglück und wie ein Held hat er seine Folgen gemildert. Er lernte mit der linken Hand Maschinschreiben und hat nicht geruht, ehe er sein großes Werk, allen Körpergebrechen zum Trotz, zu Ende gebracht hatte. Freilich, mit welcher Energie hielt er sich auch an die Arbeit! „Ich bin alt," sagte er zu einem ihn besuchenden Freund, „und ich muß jede Stunde nutzen, wenn ich mit der Arbeit fertig werden soll. Ich bin darum jedem dankbar, der mich jetzt nicht besucht." Der Freund war gar nicht verletzt darüber, daß Mach ihm das ehrlich sagte. Mach wußte, daß er ihm das sagen durfte.

## Erinnerungen an Ernst Mach.

Von Josef Popper-Lynkeus.

Es ist keine Uebertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die so viel Wertvolles in ihren fachwissenschaftlichen Leistungen, eine solche Größe in ihren allgemeinen philosophischen Bestrebungen und zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika und selbst in Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter rapid gesteigert, und obwohl es, namentlich im Gebiete der Philosophie, an Gegnern nicht fehlt, so ist doch selbst in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so anerkannte, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte Mach in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgend einen andern Autor.

Ein weiteres, gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses von Machs Ideen ist die Tatsache, daß Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich eben auf diese Ideen stützten oder die bedeutenden Anregungen hervorhoben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, die „Historische Entwicklung" von Ludo Hartmann und andre.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein zuerst im Jahre 1883 erschienenes und jetzt schon in siebenter Auflage vorliegendes Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntnis der Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse und der Kritik ihrer Grundlehren, und zwar zu dem positiven Zweck, alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich hervorzuheben und zu beseitigen.

Wer, ohne sich in die Machsche Mechanik besonders zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art, zu kritisieren, gewinnen will, der braucht bloß seine Untersuchung über die Beweise des Hebelgesetzes zu lesen, eines Gesetzes, das schon in den untersten Klassen gelehrt wird, also sehr allgemein bekannt ist. Diese Kritik sowie jene über den Massenbegriff und die Absolutheit von Raum und Zeit, erscheinen mir als die stärksten Partien des Machschen Werkes.

Die „Mechanik" wurde in die Sprachen der meisten zivilisierten Nationen übersetzt, hat alle früheren Werke über Geschichte der Mechanik vollständig verdrängt und gilt sowohl für die Studierenden als für die Fachleute als Standardwerk.

In seinen antimetaphysischen Bestrebungen schritt Mach, während er als Physiker stets in seinem Fach fortarbeitete, immer weiter in das eigentliche philosophische Gebiet und publizierte im Jahr 1885 das Werk: „Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen", das wohl sehr spät zur Wirkung gelangte, so daß erst vierzehn Jahre später eine zweite, allerdings sehr erweiterte Auflage erscheinen konnte, seither aber in so rascher Weise Beachtung und Verbreitung fand, daß jetzt bereits die sechste Auflage und Uebersetzungen in mehreren Sprachen vorliegen. Auch in diesem, geradezu revolutionärem Buch liegt die Ansicht zugrunde, „daß alles Metaphysische als müßig und die Oekonomie der Wissenschaft störend zu eliminieren ist."

Im Jahre 1905 erschien dann „Erkenntnis und Irrtum", in welchem Werke eine unglaubliche Fülle von Ideen und kritischen Untersuchungen enthalten und das gewissermaßen als eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten prinzipiellen Forschungen zu betrachten ist. Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen.

Mit der „Mechanik" und der „Analyse der Empfindungen" sind wohl die Hauptrichtungen der kritischen und prinzipiellen Machschen Forschungen und zugleich deren hervorragendste Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt

Momtschilow, im Namen der alten stambulowistischen Partei, von der sich bekanntlich vor einiger Zeit die Gruppe der Ghenadiewisten abgelöst hat, das Wort. Seine Rede ist ein neues, freudiges Bekenntnis der Freundschaft für die Zentralmächte und zugleich eine vernichtende Kritik an Malinows, dem allgemeinen Volksempfinden vollkommen widersprechender Haltung. „Für mich", sagt Momtschilow, „ist die Frage der Zukunft Bulgariens gelöst. Es wird die Grenzen behalten, die es heute besitzt. Was mich beunruhigt, ist, daß unsere Politiker der Größe dieser Zukunft nicht gewachsen sind, daß sie den Forderungen der neuen Lage in alter Kleinlichkeit gegenüberstehen. Das beweist uns die Haltung Malinows. Er hat geglaubt, der Regierung schaden zu können, indem er es wagte, auf Grausamkeiten in Serbien anzuspielen. Ich als Bulgare protestiere gegen solche Verdächtigung. Ich verstehe nicht, wie ein Mann, der dieses Land regiert hat, wagen kann, solche Sprache zu führen. Herr Malinow mag die Einigkeit der Parteien leugnen, er kann aber nicht die Einigkeit aller Bulgaren in dieser Frage und in allen, was das Interesse des Landes betrifft, in Abrede stellen. Herr Malinow hat auch versucht, die Größe der Tat herabzusetzen, die in der Befreiung Mazedoniens liegt. Er vergißt, daß die Idee von der Befreiung Mazedoniens das heilige Ideal der Nation durch Jahrhunderte hindurch gewesen ist. Die Befreiung Mazedoniens ist der triumphierende Schlachtgesang eines langen Heldengedichts, das mit dem Blute und den Tränen der Nation geschrieben worden ist. Diese Befreiung ist das letzte „Hurra" nach allen den Siegen, die wir seit 1885 gewonnen haben. Sie ist die strahlende Krone, die auf dem Haupte Bulgariens prangt und noch die Zukunft ferner Generationen erleuchten wird."

---

**Bern,** 3. März. (Meldung der Schweizerischen Depeschenagentur.) **Oberst Egli** hat dem Bundesrat seine Demission als Sektionschef der Generalstabsabteilung des Militärdepartements eingereicht.

**Haag,** 3. März. (Privat-Telegramm.) Im englischen Unterhaus fragte Barnes die Regierung, ob England zwölftausend Tonnen **Gerste für die Brauereien in Belgien** ausgeführt habe, und ob man für den dazu nötigen Schiffsraum keine bessere Verwendung gekannt habe.

**Verantwortliche Redakteure:** für Lokales, Vermischtes, Gerichtszeitung und Sport: Arno Arndt-Wilmersdorf; für das Feuilleton: Paul Block-Schöneberg; für den Roman: Bernhard Jolles-Berlin; für die Handelszeitung: Dr. jur. Felix Pinner-Friedenau; für Politik und den übrigen Teil des Blattes: Albert Pilz-Charlottenburg; für die Inserate: Robert Franke-Berlin.
**Druck und Verlag von Rudolf Mosse in Berlin.**

springen. Wir haben uns des neuen Trichters bemächtigt.
Gegend von Verdun beschoß der Feind während der Nacht
„Mort Homme". An der Côte Oie zwischen Malanc
Forges, ebenso wie an den Hauptübergängen der Maa
Artillerietätigkeit. Oestlich der Maas, in der Woevre, ri
Feind gestern nach heftiger Artillerievorbereitung einen leb
Angriff auf unsere Stellung bei Fresnes. Er wurde
durch einen Gegenangriff aus den Teilen, in denen er hatte
können, herausgeworfen. In Lothringen Bombarden
mehreren Stunden Dauer auf das Gehöft von St. Marie, d
von Brezange ein feindlicher Angriff folgte, der aber vollst
sammenbrach. Im Elsaß wurden einige Versuche, die stark
Patrouillen gegen einen Posten im Lauchtale richteten, dur
granaten zurückgewiesen.

Amtlicher Bericht von gestern abend: In Belgien vern
Feuer unserer Artillerie auf die feindlichen Werke ös
Steenstraâte. Zwischen Somme und Oise wurde ei
liches Werk durch unsere Batterien zerstört. In der Geg
Beuvraignes in der Champagne wurde ein deutsches
von unseren Batterien dicht bei Suippe getroffen. Es fiel
in die deutschen Linien nieder. In den Argonnen ha
ein konzentrisches Feuer nördlich von Harazée und auf d
von Cheppy ausgeführt. In der Gegend nördlich von V
und im Woèvre-Gebiet hat die Tätigkeit de
tillerie, die in den vorhergehenden Tagen etwas nac
hatte, im Laufe des Tages auf der ganzen Front, namen
Mort Homme auf der Côte Poivre und in der Geg
Douaumont beträchtlich zugenommen. Auf
Punkt fanden nach einer Beschießung mehrere Infan
angriffe von äußerster Heftigkeit statt. Diese N
Angriffen wurde durch unsere Truppen abgeschlagen,
Feuer die Reihen des Feindes dezimiert hat. Unsere Batteri
überall kräftig auf die Beschießung geantwortet und die Verb
wege des Feindes beschossen. Nordöstlich von St. Mihie
unsere weittragenden Geschütze den Bahnhof von Vigneulles b
Nach den Berichten unserer Beobachter sind zwei Brände ausg
mehrere Züge wurden getroffen und eine Lokomotive zur
gebracht. Im Oberelsaß große Tätigkeit der beide
Artillerie im Abschnitt von Seppois. In der letzten Nacht
unserer Beschießungsgeschwader 44 Bomben aller Kaliber
Bahnhof von Chambley geworfen, der bedeutenden Sch
litten zu haben scheint. Trotz heftiger Beschießung sind unse

# Mach.

Von
Hermann Bahr (Salzburg).



1838 in Mähren geboren, 1861 Privatdozent in Wien, 1864 Professor in Graz, 1867 in Prag, 1880 Mitglied der Akademie, 1894 Professor in Wien, 1897 vom Schlag getroffen und seither gelähmt, pensioniert, zum Hofrat ernannt, 1901 ins Herrenhaus berufen, seit 1913 zu Vaterstätten, Post Haar in Oberbayern wohnhaft, wo er am 19. Februar d. J., einen Tag nach seinem 78. Geburtstage, starb.

Er begann als Mathematiker, fuhr als Physiker fort („Einleitung in die Helmholtzsche Musiktheorie", „Prinzipien der Wärmelehre") und ist als Philosoph berühmt geworden. Seine „Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen", 1885, die „Populären wissenschaftlichen Vorlesungen", 1896, und „Erkenntnis und Irrtum", 1905, haben auch weit ins große Publikum hinein gewirkt. Er hat sich selbst einmal „einen über die konventionellen Fachgrenzen ausblickenden Physiker" genannt, dem freilich dieser Ausblick zeigte, daß „die psychologischen Tatsachen mindestens ebenso wichtige Erkenntnisquellen sind wie die physikalischen". Als „leitenden Grundsatz für die Untersuchungen der Empfindungen" hat er „das Prinzip des vollständigen Parallelismus des Psychischen und Physischen" aufgestellt, eine „Kluft" zwischen diesen beiden Gebieten nicht anerkannt. Von der „gegenseitigen Berührung psychologischer und physikalischer Beobachtung" versprach er sich viel.

Er hätte sich nicht bloß einen „ausblickenden Physiker" nennen dürfen, sondern auch einen übergreifenden. Gerade seine Uebergriffe haben ihn berühmt, der Leser hat einen Philosophen aus ihm gemacht, so sehr er selbst sich immer wieder dagegen wehrte. Schon in der Analyse der Empfindungen hat er erklärt: „Ich bin eben Naturforscher und nicht Philosoph." Und er wiederholte das dann im Vorwort zu „Erkenntnis und Irrtum" noch entschiedener: „Ich habe schon ausdrücklich erklärt, daß ich gar kein Philosoph, sondern nur Naturforscher bin. Wenn man mich trotzdem zuweilen und in etwas lauter Weise, zu den ersteren gezählt hat, so bin ich hierfür nicht verantwortlich." Und ebenda sagte er, er könne bei allem „lebhaften Interesse für die Nachbargebiete seines Spezialfachs und auch für Philosophie" diese „doch nur als Sonntagsjäger durchstreifen"; und lehnte Hönigswalds Schrift „Zur Kritik der Machschen Philosophie" fast unhöflich ab: „Es gibt vor allem keine Machsche Philosophie, sondern höchstens eine naturwissenschaftliche Methodologie und Erkenntnispsychologie, und beide sind, wie alle naturwissenschaftlichen Theorien, vorläufige, unvollkommene Versuche. Für eine Philosophie, die man mit Hilfe fremder Zutaten aus diesen konstruieren kann, bin ich nicht verantwortlich." Sein Verhältnis zur Philosophie bestand im Grunde nur darin, sich, sofern sie ihn bei der Physik zu stören schien, ihrer zu entledigen. Auch das hat er offen zugestanden: „Zunächst habe ich getrachtet, nicht etwa eine neue Philosophie in die Naturwissenschaft einzuführen, sondern eine alte abgestandene aus derselben zu entfernen."

Doch half ihm das alles nichts, er wehrte sich vergebens. An Büchern, scheint's fast, wirkt weniger, was darin geschrieben steht, als was in sie hineingelesen wird. Der Leser las in Mach das Ende der Metaphysik hinein. Metaphysik schien hier für alle Zeit erledigt und abgetan, jedes Dogma gar hinfort unmöglich. Und da dies gerade das war, was in den neunziger Jahren der Leser am nötigsten zu haben glaubte, wurde Mach der Philosoph dieser Zeit. Keiner kam ihrem antimetaphysischen Bedürfnisse so sehr entgegen. Daß es eben durch ihn gezwungen werden könnte, unmittelbar darauf wieder ins Gegenteil umzuschlagen, hätte sie sich freilich nicht träumen lassen.

Die Wirkung Machs, besonders auf die Jugend, war damals sehr groß. Und zwar eigentlich durch einen einzigen Satz. Mach hat ausgesprochen: „Das Ich ist unrettbar." Damit war nun auch noch das Ich abgesetzt und der letzte Götze schien zerbrochen, die letzte Schranke gefallen, die höchste Freiheit gewonnen, das Werk der Verneinung vollbracht. Es blieb wirklich nichts mehr übrig.

Was wir Materie nennen, ist ein gewisser „gesetzmäßiger Zusammenhang der Empfindungen". Materie ist ein „Gedankensymbol", die Welt eine Summe von Funktionalbeziehungen der Empfindungen. Es gibt keinen wesentlichen Unterschied zwischen meinen Empfindungen und den Empfindungen eines anderen. Es gibt von mir nichts mehr. Ding und Ich sind provisorische Fiktionen gleicher Art. Das Ich ist eine Illusion. Ein bloßer Behelf zur Ordnung unserer Vorstellungen. Das Ich ist nur ein Name für die Elemente, die sich in ihm verknüpfen. Die ganze innere und äußere Welt, mein Ich und das andere ist nur eine wogende zähe Masse, die an manchen Stellen dicker wird, an anderen wieder fast zerrinnt. Wir müssen uns angewöhnen, „von dem Ich als einer Realität abzusehen" . . . Im Grunde wird immer nur derselbe Satz wieder variiert: Das Ich ist unrettbar. Ein Satz, der, wie tief er uns erschreckt, im Grunde schon uralt ist. Schon Lichtenberg hat ihn ausgesprochen: „Wir kennen nur allein die Existenz unserer Empfindungen, Vorstellungen und Gedanken. „Es denkt" sollte man sagen, so wie man sagt: es blitzt; zu sagen „cogito" ist schon zu viel, sobald man es durch „Ich denke" übersetzt. Das Ich anzunehmen, zu postulieren, ist praktisches Bedürfnis." Und vor ihm schon Hume, dem auch das Ich nichts war als a bundle or collection of different perceptions. Und auch schon Buddha, der ebenso verkündigt: „Nur ein Haufe wandelbarer Gestaltungen ist dies; nicht findet sich hier eine Person." Einen uralten Gedanken sprach Mach aus, aber so, daß die Menschheit aufhorchte. Ihr Ende schien er auszusprechen, und es war eine Menschheit, die nach nichts gieriger zu verlangen schien als nach dem Ende, wenigstens nach dem Ende des Geistes.

Er war aber kein Ende, wie sich jetzt herausstellt, sondern eine Kehre, eine der großen Kehren, an welchen der Menschengeist eine neue Richtung nimmt, ganz wie Bach in der Chromatischen Fuge, nachdem alles zusammengebrochen ist, dann aus den Trümmern auf einmal wieder wohlgemut in die heiterste Zukunft stapft.

Mach schien ein Ende. Damals hatten wir das Gefühl: Weiter geht's nicht mehr, hier hört's auf; wenn dem Menschen nun auch noch sein eigenes Ich entwunden ist, was hält ihn dann noch? Inzwischen hat sich gezeigt, daß er nicht umzubringen ist. Es geht doch weiter. Zwar über Mach hinaus ging's wirklich nicht mehr, aber um ihn herum geht der Weg. Ibsen behielt wieder einmal recht, der gesagt hat, daß wir uns nicht in einer Geraden entwickeln, sondern in einer Spirale: indem jedes Geschlecht zunächst ein wenig zurückzugehen scheint, kommt die Menschheit immer höher. Und so, nachdem ihr der Reihe nach Gott, dann die Welt und zuletzt auch das eigene Ich, alles also was sie braucht, genommen und sie am Ende war, fing sie zunächst einfach wieder von vorne, sie fing, als nichts mehr zu verneinen da war, wieder zu bejahen, das Zerstörte wieder aufzubauen an und weiß jetzt erst, welchen Wert es hat. Fritz Mauthner hat die Situation des ganz entgötterten, aus allen Mythen gerissenen, zu völliger Skepsis verdammten Menschen einmal sehr ergötzlich geschildert, indem er ihn mit Buridans Esel verglich, ja diesen Esel noch viel klüger fand als unseren skeptischen Esel, der sein einziges Heubündel nicht fressen kann, weil er ja weder weiß, ob das Heu wirklich ist, noch ob er selbst wirklich ein Esel ist, weder ob es gut für ihn ist, Heu zu fressen, noch ob es ihm in Wirklichkeit auch nur überhaupt möglich ist, Heu zu fressen.

Was soll der arme Esel tun? Er fragt nicht erst, er frißt sein Heu, das ihm darum nicht weniger schmeckt, weil vielleicht vor der Vernunft weder er noch es wirklich vorhanden ist. Er sagt sich, daß, was, ohne vorhanden zu sein, ihm dennoch schmeckt, eigentlich für ihn ja doch so gut wie vorhanden ist. Sobald sich der skeptische Esel das sagt, ist aus ihm ein Pragmatist geworden. Es ist kein Zufall, daß es gerade James war, der, in der geistigen Mode, Mach abgelöst hat. Gab Mach der Menschheit eine Wahrheit, von der sie nicht leben konnte, so lehrte James, daß, was der Mensch braucht, um zu leben, für ihn die Wahrheit ist. Dem doch allzu praktisch gesinnten Amerikaner folgte sogleich ein redlicherer Deutscher, Vaihinger, der in seiner „Philosophie des „Als ob" (mit Berufung auf Kant), die Notwendigkeit der Fiktionen bewies. Also: da das Ich unrettbar, dir aber unentbehrlich ist, so rette das Ich, das du nicht entbehren kannst, dadurch, daß du (wenn auch bewußt, daß kein Ich ist) so lebst, denkst und tust, als ob es wäre. Noch ein Schritt weiter, über Vaihinger hinaus (denn von Vaihinger aus geht der Weg jetzt wieder gerade) und das Ich ist wirklich gerettet, sobald nämlich der Mensch, was er, um sich äußerlich oder innerlich zu behaupten, braucht, sobald er das nicht bloß annimmt, sondern sich anschafft: aus seinem eigenen Bedürfnis durch eigene Tat seine Welt schafft und eben dadurch, daß er sie schaffen kann, ja schaffen muß, den Beweis ihrer ewigen Wahrheit erbringt. Selbsterfahrung lehrt uns nämlich, daß Fiktionen nicht bloß den Dienst von Wahrheiten leisten können, nicht bloß die Macht von Wahrheiten üben können, nicht bloß das Amt von Wahrheiten versehen können, sondern schließlich auch das Wesen von Wahrheiten annehmen: wenn sie lange genug an der Stelle von Wahrheiten stehen, werden sie selbst zu Wahrheiten. Davon kann man sich durch das Experiment überzeugen. Es gelingt nicht immer, nicht alle Fiktionen können zur Wahrheit gebracht werden, aber es gibt Fiktionen, die sich nach einiger Zeit stets als Wahrheiten entpuppen. Sei es, daß sie durch die plastische Kraft der sie hegenden Menschen am Ende Realität erhalten, sei es (wie ich vermute), daß das Experiment nur mit Fiktionen gelingt, die gar keine sind, sondern von vornherein schon Wahrheiten waren, aber sich, um nur überhaupt Eingang beim Menschen zu finden, die falsche Meldung gefallen ließen.

Davor wird sich, wer auf Mach eingeschworen ist, freilich entsetzen. Mach selbst aber hätte, glaub' ich, auch derlei ruhig angehört. Nicht bloß, weil er von großer Güte war und das selten gewordene Talent besaß, der Vorstellung zugänglich zu sein, daß vielleicht auch der andere recht haben kann, sondern weil er auch noch die Gabe der Ironie hatte, die Goethe fast unentbehrlich zur echten Wissenschaft fand und besonders an Kant rühmt, dem „köstlichen Mann", der über die Grenzen, die er eben noch selbst gezogen, doch gleich wieder „mit einem Seitenwink hinausdeutet". Solcher Seitenwinke wäre Mach freilich selber nicht fähig gewesen, doch aber vielleicht wohl geneigt, sie sich von anderen gefallen zu lassen. Und er war ja so gewohnt, alles bloß als denkökonomische Hilfen zu behandeln, daß er vielleicht auch der Entgegnung: der Grundsatz, alles bloß als denkökonomische Hilfen zu behandeln, sei selbst auch wieder nur eine denkökonomische Hilfe, nicht hätte widerstehen können.

Machs Schicksal, nach größter Wirkung auf seine Generation noch zu erleben, daß die nächste Generation wieder Kehrt macht, bestätigt aufs neue den Spruch Goethes:

„Ein Jahrhundert, das sich bloß auf die Analyse verlegt und sich vor der Synthese gleichsam fürchtet, ist nicht auf dem rechten Wege, denn nur beide zusammen, wie Aus- und Einatmen, machen das Leben der Wissenschaft."

**Redaktion, Administration u. Druckerei:**
Kolowratring, Fichtegasse Nr. 11.
Unfrankierte Briefe werden nicht angenommen und Manuskripte in keinem Falle zurückgesendet.

**Ankündigungs-Bureau:**
Stadt, Wollzeile 20. Insertionspreis nach Tarif. Inserate übernehmen: Witzek, Ann.-Exp. in **Prag** und **Brünn**; Jos. A. Kienreich, Inseraten-Exp. in **Graz**; J. Blockner, Annoncen-Expedition in **Budapest** und **Agram**. im Auslande: Société Européenne de Publicité, 10, rue de la Victoire in **Paris**; Rudolf Mosse in **Berlin, München, Leipzig**; Haasenstein & Vogler in **Hamburg, Berlin, Frankfurt a. M. u. Basel** Heinrich Eisler, Ann.-Exp. in **Hamburg**; Orell, Füssli & Co. in **Zürich u. Basel**: Vertreter für Deutschland, Frankreich, England, Italien etc.: Saarbachs News Exchange, Mainz und Köln a. Rh.

**Abonnement für Wien:**
Mit tägl. zweimal. Zustell. ins Haus: Monatl. K. 5.80.
Zum Abholen im Hauptverlage Wollzeile 20 oder Fichtegasse 11: Ganzj. K. 62.40, monatl. K. 5.20.
Einzeln: Morgenblatt 20 H., Abendblatt 6 H., Nachmittagblatt am Montag und nach zwei Feiertagen 20 H.
**Für Deutschland** einzeln: Morgen- u. Abendblatt 40 Pf. Morgen- u. Nachmittagblatt allein je 30 Pf. Abendblatt allein je 15 Pf

**Nr. 19212.**

London, 1

Amtlich wird mitgeteilt: Sir William R
ist zurückgetreten. Zu seinem Nachfolger al
Generalstabes wurde Sir Henry Wilson ern

London, 1

Das Preßbureau meldet: Die Erweiteru
gaben der dauernden militärischen Vertretung
den obersten Kriegsrat bei der letzten K
Versailles beschlossen worden ist, hat
schränkung bestimmter Befugnis
her durch den Chef des britischen Generalstabe
des königlichen Erlasses vom 27. Januar 1
wurden, notwendig gemacht. Unter diesen Um
es die Regierung für richtig, dem General
Robertson die Wahl zwischen der Ueb
Vertretung der englischen Armee beim oberst
in Versailles und der Fortsetzung seiner
Generalstabschef unter den neuen Bedingung
lassen. Aus Gründen, die der Premiermini
Erklärung im Unterhause sobald als mögli
der kommenden Woche darlegen wird,
Robertson sich nicht zu entschli
einen oder den anderen Posten anz
Die Regierung hat sein Rücktrittsgesuch mit
dauern angenommen. General Sir Henry W
nahm den Posten als britischer Generalst
Besetzung des Postens des dauernden englisch
in Versailles wird in einigen Tagen bekanntge



# Ablauf des Waffenstillstandes mit Rußland.

## Heute um zwölf Uhr mittags.

Wien, 18. Februar.

Heute um 12 Uhr mittags ist der Waffenstillstand mit Rußland abgelaufen. Deutschland hat die Auffassung, daß schon die Erklärungen in der letzten Sitzung zu Brest-Litowsk am 10. Februar eine Kündigung waren. Der Staatssekretär v. Kühlmann erwiderte sofort, daß die Mitteilung des russischen Vertreters Trotzki, Rußland beendige den Kriegszustand, wolle jedoch den Friedensvertrag nicht unterzeichnen, einen Zustand herbeiführe, durch den der Vierbund wieder im Kriege mit Rußland sei. Es bliebe nur der Waffenstillstandsvertrag und nach dessen Ablauf das Wiederaufleben der Kriegshandlungen. Trotzki lehnte auch die Teilnahme an einer Sitzung ab, die am nächsten Tage hätte stattfinden sollen, um die Stellung der Verbündeten gegenüber den russischen Mitteilungen bekanntzugeben. Diese Verweigerung wird in Deutschland als Abbruch bezeichnet. Die Sitzung hat am 10. Februar stattgefunden. Aber die Vorgänge, die so äußerst wichtig sind, wurden erst am 15. Februar veröffentlicht, so daß erst nach

[illegible] Josef Popper-Lynkeus'.

Der hochgewachsene Mann mit den scharfen, ebenmäßig schön geschnittenen Zügen, den lebhaften Augen und der warmen, tiefen Stimme war ein auch die älteren, müden Jahre unverwischbar überdauerndes Bild, unvergeßlich in der die mannigfachsten Dinge und Interessen streifenden Unterhaltung die weltweise Ruhe und Sammlung eines bei aller Temperamentsfülle abgeklärten Höhenwanderers, während die Güte und Milde gründlichsten und souverän beherrschenden Wissens unterschiedslos alle mit sonniger Wärme erfüllte. Wenn Popper als gewandter Theoretiker bei ihrer letzten Prager Begegnung in den neunziger Jahren in der geistvollsten Weise die kurz vorher erschienene Abhandlung „Zur Geschichte des Carnotschen Wärmesatzes" diskutierte und wieder in einem Briefe vom Jahre 1914 erklärte: „Gegenwärtig interessiere ich mich auf einmal sehr lebhaft für Zahlentheorie", so nahm er auch an den Laboratoriumsarbeiten regen Anteil.

Bald hernach hatte der Meister mathematischer Behandlung aerodynamischer Probleme eine ihn interessierende, damals aktuelle Experimentaluntersuchung über diesen Gegenstand angeregt. Die Eigentümlichkeit des mit der Lösung der Aufgabe fast augenblicklich erlöschenden Interesses konnte man oft bei ihm beobachten, und im

Redaktion, Administration u. Druckerei:
Kolowratring, Fichtegasse Nr. 11.
Unfrankierte Briefe werden nicht angenommen und Manuskripte in keinem Falle zurückgesendet.

Ankündigungs-Bureau:
Stadt, Wollzeile 20. Insertionspreis nach Tarif. Inserate übernehmen: Wltzek, Ann.-Exp. in Prag und Brünn; Jos. A. Kienreich, Inseraten-Exp. in Graz; J. Blockner, Annoncen-Expedition in Budapest und Agram. im Auslande: Société Européenne de Publicité, 10, rue de la Victoire in Paris; Rudolf Mosse in Berlin, München, Leipzig; Haasenstein & Vogler in Hamburg, Berlin, Frankfurt a. M. u. Basel Heinrich Eisler, Ann.-Exp. in Hamburg: Orell, Füssli & Co. in Zürich u. Basel: Vertreter für Deutschland, Frankreich, England, Italien etc.: Saarbachs News Exchange, Mainz und Köln a. Rh.

Abonnement für Wien:
Mit tägl. zweimal. Zustell. ins Haus: Monatl. K. 5.80.
Zum Abholen im Hauptverlage Wollzeile 20 oder Fichtegasse 11: Ganzj. K. 62.40, monatl. K. 5.20.
Einzeln: Morgenblatt 20 H., Abendblatt 6 H., Nachmittagblatt am Montag und nach zwei Feiertagen 20 H.
Für Deutschland einzeln: Morgen- u. Abendblatt 40 Pf. Morgen- u. Nachmittagblatt allein je 30 Pf. Abendblatt allein je 15 Pf.

# Neue Freie Presse.

## Nachmittagblatt.

Abonnement für das Inland:
Mit tägl. einmal. Postversendung: Ganzj. K. 72, halbj. K. 36, viertelj. K. 18. Mit tägl. zweimal. Postversend.: Ganzj. K. 80, halbj. K. 40, viertelj. K. 20.

Abonnement für das Ausland:
Vierteljährig:
Bei uns (Kreuzband-Versendung): Deutschland, Bulgarien K. 24, f. Staaten des Weltpostvereines K. 25.
Bei den Postämtern in Deutschland M. 11.18, Schweiz Fr. 13.65, Belgien Fr. 15.96, Italien L. 14.47, Rumänien Fr. 15.90, Serbien Fr. 13.80, Bulgarien Fr. 15.65, Russland R. 5.30, Griechenland (b. d. Buchhandl. Eleftheroudakis & Barth, Athen od. k. k. Zeitgs.-Exp. in Triest) K. 15.02, Europ. Türkei (Oest. Postämter) K. 13.40, Asiat. Türkei K. 17.45, Aegypten K. 16.64, Dänemark Kr. 11.26, Schweden Kr. 11.20, Norwegen Kr. 10.56, Finnland M. 15.10, Holland F. 9.—. Bei den Agenturen in Italien: Loescher & Co., Rom Fr. 25.60, Frankreich: Hachette & Cie., 111, Rue Réaumur, Fr. 25.60; England: Saarbach, London, 21, Bride Lane, Fleet Street, E. C. Siegle & Co., London E. C. 129, Leadenhall Street Pfd. St. 1 sh. 1; Nordamerika: E. Steiger, 25 Park Place, G. E. Stechert, 151—155 West 25 th St., L. A. Rosswaag, 57, Seconds Avenue in Newyork, Doll. 6.40. Vertreter für das ges. Ausland: Saarbachs News Exch., Ges. m. b. H., Mainz

Für die an Agenten, Austräger oder Verschleisser bezahlten Beträge leisten wir keine Garantie

Nr. 19212. Wien, Montag, den 18. Februar 1918.

London, 16. Februar.

Amtlich wird mitgeteilt: Sir William Robertson ist zurückgetreten. Zu seinem Nachfolger als Chef des Generalstabes wurde Sir Henry Wilson ernannt.

London, 16. Februar.

Das Preßbureau meldet: Die Erweiterung der Aufgaben der dauernden militärischen Vertretung, die durch den obersten Kriegsrat bei der letzten Konferenz in Versailles beschlossen worden ist, hat die Einschränkung bestimmter Befugnisse, die bisher durch den Chef des britischen Generalstabes auf Grund des königlichen Erlasses vom 27. Januar 1916 ausgeübt wurden, notwendig gemacht. Unter diesen Umständen hielt es die Regierung für richtig, dem General Sir William Robertson die Wahl zwischen der Uebernahme der Vertretung der englischen Armee beim obersten Kriegsrat in Versailles und der Fortsetzung seiner Tätigkeit als Generalstabschef unter den neuen Bedingungen zu überlassen. Aus Gründen, die der Premierminister in einer Erklärung im Unterhause sobald als möglich im Laufe der kommenden Woche darlegen wird, vermochte Robertson sich nicht zu entschließen, den einen oder den anderen Posten anzunehmen. Die Regierung hat sein Rücktrittsgesuch mit großem Bedauern angenommen. General Sir Henry Wilson übernahm den Posten als britischer Generalstabschef. Die Besetzung des Postens des dauernden englischen Vertreters in Versailles wird in einigen Tagen bekanntgegeben werden.

## Feuilleton.

### Josef Popper-Lynkeus und Ernst Mach.

**Von einer dem verstorbenen Herrenhausmitglied Hofrat Mach nahestehenden Seite.**

*Mein Vaterland ist die Welt,*
*Und Mitbürger sind alle Menschen.*
James Lloyd Garrison.

Ein weiter Bogen gleich der Regenbogenbrücke, die zur Walhall führt, umspannt Leben und Wirken dieser zwei so verwandten Denker. Es war Edmund Reitlinger, der junge Wiener Physiker, durch den Popper in den sechziger Jahren den Privatdozenten Mach kennen lernte, und ein inniges, durch gleiche Denkungsart und verwandte Arbeitsziele gefestigtes Verhältnis für ihr ganzes Leben wurde daraus; ein kleiner wissenschaftlich-, zugleich schöngeistig-journalistischer Kreis, dem Ed. Kulka, Jul. Ofner, Fischer-Benkendorf, Kareis, Franceschini und später auch Jerusalem angehörten, schloß sich ihnen an. Da Mach die folgenden Dezennien in Prag verlebte, konnten sie nur schriftlich verkehren, doch wurden immer wieder Zusammenkünfte ermöglicht, und in Wien fand sich beim Meisterspiele seines Bruders David der kleine Kreis im Hause Poppers zusammen, oder ein Ausflug auf den Kahlenberg ließ sie einen Tag gemeinschaftlich außerhalb der damals noch so stillen stimmungsvollen Stadt oder in einem der verträumten Vororte mit seinen alten Gärten verbringen. Ab 1881 weilte Popper ziemlich regelmäßig zur Sommerszeit einige Tage in Prag, und dieser gemeinsame Gedankenaustausch bedeutete für Mach, der nur mit E. Hering mehr Verkehr hatte, „die geistige Auffrischung des Jahres“. Als er einmal naiv gefragt wurde, wer eigentlich Popper sei, erwiderte er kurz: „Ein Genie im freien Denken.“

Die gleiche historisch-kritische Veranlagung und mathematische Schulung ließ sie sich oft auf gleichen Wegen finden und vielleicht waren es die Arbeiten Jul. Rob. Mayers, die sie in jugendlicher Begeisterung gleich anfangs zusammenschlossen.

Der Ingenieur und der Physiker hatten bei aller Gründlichkeit und sachlichen Vertiefung einen offenen Sinn für das sie umgebende Leben, und während der eine mit „metaphysischen Gespenstern“ und anderem „Aberglauben“ aufräumte, schuf der praktische alle Zeremonien und Symbole als „Vernunft beleidigend“ wertende Ingenieur, sein helles Auge auf das Weltgetriebe richtend, die Grundlagen einer neuen sozial-ökonomischen Lebensführung.

„Man bemächtige sich dieser Ideen . . .“ lautet die einfache, aber ernste Aufforderung jener inzwischen so berühmt gewordenen Festschrift „Das Recht zu leben und Pflicht zu sterben“ zum 300. Todestage Voltaires 30. Mai 1878.

Und so innig war das Zusammenarbeiten und Ineinanderleben dieser zwei seltenen Menschen, daß der

Sonntagsbeilage № 9 zur Vossischen Zeitung № 106.

Nachdruck sämtlicher Artikel verboten. | Berlin, 27. Februar 1916. | Redakteur: Prof. Dr. Alfred Klaar in Berlin.



# Ernst Mach als Erkenntnistheoretiker.

Von

**Dr. R. Salinger.**

In dem trefflichen Nachruf, den ein feiner Kenner von Machs wissenschaftlicher Persönlichkeit in der „Vossischen Ztg." dem Andenken des großen Gelehrten gewidmet hat, ist mit Recht auf die enge und einzigartige Verschlingung der beiden Seiten seiner geistigen Individualität, der naturwissenschaftlichen und der philosophischen, hingewiesen worden. Es mag gestattet sein, an dieser Stelle noch kurz auf die letztere Seite, die eigentümliche Stellung Machs in der philosophischen Bewegung der Gegenwart, einzugehen, ohne damit umfassenderen und tiefer greifenden Untersuchungen Abbruch tun zu wollen: Ein so reiches und gehalterfülltes Geistesleben, wie das Ernst Machs, läßt sich ohnehin nicht im Rahmen einiger Beleger

seitdem dauernd an das Zimmer fesselte, ohne doch die Geistesfrische, die rastlose wissenschaftliche Tätigkeit des ganz in seinen Forschungen Lebenden ernstlich beeinträchtigen zu können.

Daß Mach bei seinen feinen und tiefschürfenden Untersuchungen über die Entwicklung der mechanischen und physikalischen Grundbegriffe auf allgemeine psychologische und erkenntnis-theoretische Probleme geführt und zu gründlichem Nachdenken darüber angeregt wurde, ist nur begreiflich. Für die Richtung seiner philosophischen Bemühungen aber war es nicht von Vorteil, daß sein Denken in dieser Beziehung von Anfang an an Kant orientiert war. Er selbst hat es allerdings in dem erwähnten Buche über die Analyse der Empfindungen als ein besonderes Glück gepriesen, daß ihm als Fünfzehnjährigem Kants Prolegomena in die Hände fielen, die einen unauslöschlichen Eindruck auf ihn machten und die idealistische Grundrichtung seines Philosophierens bestimmten. Eine unbefangene Beurteilung aber

selbständigen und ein Eigenleben führenden Bildungen zu verdichten.

Vollends mit den Tatsachen des Seelenlebens ist, wie namentlich Friedrich Jodl überzeugend dargetan hat, Machs Psychomonismus ebenso wie alle verwandten Standpunkte des „Phänomenalismus", des „Empiriokritizismus", der „immanenten Philosophie" u. a. schlechterdings unvereinbar. Alles persönliche Seelenleben, auf Grund dessen doch Erkenntnis, Wissenschaft, Philosophie überhaupt erst möglich sind, zeigt sich uns an ein bestimmtes physisches Substrat, an einen organisierten Leib mit mehr oder weniger angebbaren physiologischen Prozessen gebunden. Die Tatsachen der psychologischen Erfahrung widerlegen aufs entschiedenste die Machsche Fiktion von nebelhaften Empfindungs-Komplexen, die wie kosmische Urnebel im Weltall umherschweben und sich gelegentlich — es ist nicht einzusehen, wie, warum und wozu — zu körperlichen Bewußtseins-Einheiten zusammenfinden, jenen phantastischen Wolkenbildungen vergleichbar, die uns Gruppen von Menschen und Tieren, Länder und Berge oder andere sinnvolle Figuren vortäuschen. In das Machsche Weltbild und die ihm zugrunde liegende erkenntnistheoretische Grundanschauung kann man sich eigentlich nur minutenweise und in Augenblicken besonders glücklicher Inspiration versetzen, ähnlich, wie der Mathematiker in die Fiktion eines nichteuklidischen Raumes oder einer pseudosphärischen Fläche.

So wenig aber auch an der Unhaltbarkeit von Machs erkenntnis-theoretischen Standpunkt ein Zweifel bestehen kann, so eignet seiner Leistung doch mehr als das negative Ver-

Kapitulation der deutschen Besatzung von Mora (Kamerun).
Verhaftung des deutschen und des österreichisch-ungarischen Konsuls auf Chios.
Eine englische Stellung am Yserkanal gestürmt.
Russischer Angriff auf Sawitsche (an d. Beresina) vereitelt.

21. Februar: Deutsche Fliegerangriffe auf Deal und Lowestoft.
Englischer Handgranatenangriff bei Ypern abgewiesen.
Vergebliche feindliche Angriffe zwischen Lenz und Arras.
Erfolg der österreichisch-ungarischen Truppen an der Strypa.
Oesterreichisch-ungarische Abteilungen an der Adriaküste.

22. Februar: Deutscher Erfolg bei Souchez.
Erhöhte Kampftätigkeit zwischen Somme und Oise und an der Maas.
Ein deutsches Luftschiff bei Revigny vernichtet.
Der Zar bei der Dumaeröffnung.
Luftangriff auf Desenzano.
Untergang des englischen Zerstörers „Hind".

---

Sonntagsbeilage № 9 zur Vossischen Zeitung № 106.

Nachdruck sämtlicher Artikel verboten. | Berlin, 27. Februar 1916. | Redakteur: Prof. Dr. Alfred Klaar in Berlin.



# Ernst Mach als Erkenntnistheoretiker.

Von

Dr. R. Salinger.

In dem trefflichen Nachruf, den ein feiner Kenner von Machs wissenschaftlicher Persönlichkeit in der „Vossischen Ztg." dem Andenken des großen Gelehrten gewidmet hat, ist mit Recht auf die enge und einzigartige Verschlingung der beiden Seiten seiner geistigen Individualität, der naturwissenschaftlichen und der philosophischen, hingewiesen worden. Es mag gestattet sein, an dieser Stelle noch kurz auf die letztere Seite, die eigentümliche Stellung Machs in der philosophischen Bewegung der Gegenwart, einzugehen, ohne damit umfassenderen und tiefer greifenden Untersuchungen Abbruch tun zu wollen: Ein so reiches und gehalterfülltes Geistesleben, wie das Ernst Machs, läßt sich ohnehin nicht im Rahmen einiger Gelegenheitsbetrachtungen erschöpfen.

Ernst Mach hatte, bevor er sich philosophischen Problemen zuwandte, bereits während seiner Wirksamkeit als Professor der Physik an der Prager Universität eine Reihe bedeutender teils experimenteller, teils historisch-kritischer Arbeiten auf seinem Fachgebiet geschaffen, die seinem Namen einen dauernden Platz in der Geschichte dieser Wissenschaft sichern. Obenan steht hier seine „Mechanik in geschichtlicher Entwicklung" — zuerst 1875, in fünfter Auflage 1907 — die mit ihren wundervollen, an Lagranges berühmte Einleitungen in der „Analytischen Mechanik" erinnernden Exkursen den Werdegang dieser physikalischen Grundwissenschaft mit einer fast künstlerisch zu nennenden Anschaulichkeit und Objektivität vor Augen führt. Anzuschließen sind seine teils voraufgehenden, teils folgenden Werke über die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit und über die Prinzipien der Wärmelehre, die ganz von dem gleichen Geiste der Forschung getragen sind. Was Mach in erster Reihe an der Wissenschaft interessierte und auf dessen Ermittlung er sein Hauptaugenmerk richtete, sind die Wege, auf denen die Forschung fortgeschritten ist, die Methoden, deren sich ihre großen Pfadfinder, ein Archimedes, Stevin, Galilei, Newton, Euler, R. Mayer, H. Hertz zur Erlangung neuer Einsichten bedient haben. In der Darstellung dieser Entwicklung, in der psychologischen Analyse des Gedankengangs der Forscher, und in der Prüfung der Beweiskraft ihrer Argumente entfaltet Mach eine Klarheit und begriffliche Schärfe, die seine „Mechanik" selbst für den mathematisch nur oberflächlich vorgebildeten Leser zu einer im höchsten Maße fesselnden und lichtbringenden Lektüre macht.

Und dieser Eindruck bleibt, wie ausdrücklich hervorgehoben zu werden verdient, ganz unabhängig davon, wie man sich im übrigen zu Machs eigentümlichen wissenschafts-theoretischen und erkenntnis-psychologischen Anschauungen stellen mag, die den Namen des ausgezeichneten Forschers in den letzten zwei Jahrzehnten seines Lebens fast berühmter und populärer gemacht haben als jene trefflichen historisch-kritischen Arbeiten, die neben seinen wertvollen Untersuchungen auf dem Gebiete der Optik und der Sinnesphysiologie seinen bleibenden Ruhmestitel bilden.

Ernst Mach hat den Namen eines „Philosophen" zwar teils aus Bescheidenheit, teils aus einer stark ausgebildeten antimetaphysischen Tendenz lange Zeit für sich abgelehnt. Gleichwohl wird man den Verfasser der geistreichen und vielbeachteten „Beiträge zur Analyse der Empfindungen" und des sie ergänzenden und teilweise fortbildenden Werkes „Erkenntnis und Irrtum", dem scharfsinnigen Zergliederer der sinnesphysiologischen und -psychologischen Prozesse, dem Urheber und Wortführer einer weit verbreiteten und einflußreichen erkenntnis-theoretischen Richtung in der Gegenwart diesen Ehrentitel in vollstem Umfange zubilligen müssen. Nach außen hin fand dieser Frontwechsel in der Entwicklung unseres Denkers, wie bekannt, darin seinen Ausdruck, daß Mach 1895, nach nahezu dreißigjähriger ruhmreicher Wirksamkeit an der Prager Universität, als Professor der Philosophie und Geschichte der induktiven Wissenschaften nach Wien berufen wurde. Nur eine kurze Lehrtätigkeit war ihm in dieser neuen Stellung vergönnt. Schon wenige Jahre darauf traf ihn ein Schlaganfall, der eine halbseitige Lähmung zurückließ und den allverehrten Mann, dessen menschlich-liebenswürdige Persönlichkeit in dem Nekrolog der „Vossischen Zeitung" so eindrucksvoll gezeichnet worden ist, seitdem dauernd an das Zimmer fesselte, ohne doch die Geistesfrische, die rastlose wissenschaftliche Tätigkeit des ganz in seinen Forschungen Lebenden ernstlich beeinträchtigen zu können.

Daß Mach bei seinen feinen und tiefschürfenden Untersuchungen über die Entwicklung der mechanischen und physikalischen Grundbegriffe auf allgemeine psychologische und erkenntnis-theoretische Probleme geführt und zu gründlichem Nachdenken darüber angeregt wurde, ist nur begreiflich. Für die Richtung seiner philosophischen Bemühungen aber war es nicht von Vorteil, daß sein Denken in dieser Beziehung von Anfang an an Kant orientiert war. Er selbst hat es allerdings in dem erwähnten Buche über die Analyse der Empfindungen als ein besonderes Glück gepriesen, daß ihm als Fünfzehnjährigem Kants Prolegomena in die Hände fielen, die einen unauslöschlichen Eindruck auf ihn machten und die idealistische Grundrichtung seines Philosophierens bestimmten. Eine unbefangene Beurteilung aber wird diese Einwirkung des großen Königsbergers auf unseren Denker ebensowenig als eine günstige ansehen können wie die, welche das System des transzendentalen Idealismus auf andere philosophierende Naturforscher wie Helmholtz, Zöllner, Rokitansky, Verworn, Ziehen, Stallo u. a. ausgeübt hat. Sie alle, so verschiedenartige Geistestypen sie repräsentieren und so erhebliche Abweichungen ihre Weltbilder im übrigen zeigen, sind durch das Studium Kants zu unklaren und in der Hauptsache unhaltbaren Grundanschauungen über das Wesen der naturwissenschaftlichen Erkenntnis verführt worden. Eine physikalische Theorie, die nicht an die transsubjektive Realität ihrer Forschungsobjekte glaubt, sägt den Ast ab, auf dem sie sitzt, und meint in der Luft hängenbleiben zu können. Es genügt auch nicht, mit Helmholtz in den physikalischen Erscheinungen gesetzmäßig geordnete Symbole oder Zeichen einer wirklichen Seinsordnung zu sehen, sondern der Physiker muß der Ueberzeugung leben, durch seine Untersuchungen und Begriffsfeststellungen die objektive Realität der Dinge wahrheitsgemäß und sinngetreu zu erfassen, wenn seine Forschung nicht alle Kraft und jeden Halt verlieren soll.

Mach freilich wollte gerade diesen Gegensatz von Subjekt und Objekt, den grundsätzlichen Unterschied zwischen Realem und Idealem, zwischen einer im Raume ausgedehnten Körperwelt und ihrer Abspiegelung in einer Vielheit erkennender und bewußter Wesen nicht gelten lassen, oder glaubte ihn wenigstens durch seine eigentümlichen erkenntnis-psychologischen Annahmen überwinden zu können. Sein Bestreben war gerade darauf gerichtet, die Trennung zwischen Körperlichem und Geistigem als eine willkürliche, konventionelle, wandelbare, lediglich zu praktischen Zwecken eingeführte nachzuweisen, den archimedischen Standpunkt der Betrachtung zu finden, auf dem der Gegensatz zwischen Physischem und Psychischem verschwindet. Er ging dabei wissenschaftstheoretisch, ähnlich wie der moderne anglo-amerikanische Pragmatismus — nur nicht so plump wie dieser — von an sich ganz einleuchtenden und innerhalb gewisser Grenzen berechtigten biologischen Gesichspunkten aus. Alle Wissenschaft ist ihm nichts als denkökonomisch geordnete Erfahrung. Dem Bedürfnis, sich in der Welt zu orientieren, verdankt alle Naturwissenschaft und alle Philosophie ihre Entstehung; je vollkommener sie diesem Bedürfnis genügt, desto mehr erfüllt sie ihren Zweck; jeder darüber hinausgehende, unser unmittelbares biologisches Bedürfnis nicht berührende und empirisch nicht verifizierbare Erkenntnistrieb wird von ihm als „metaphysisch" abgelehnt.

Die letzten Elemente nun, auf die wir durch die Erfahrung geführt werden, sind nach Mach Bewußtseinsinhalte oder Empfindungen, Wahrnehmungen, Vorstellungen, Willenshandlungen, Gefühle, die ganze innere und äußere Welt, setzen sich aus einer verhältnismäßig geringen Anzahl gleichartiger Elemente in bald flüchtigerer, bald festerer Verbindung zusammen, die man in Anlehnung an den wissenschaftlichen Sprachgebrauch als Empfindungen bezeichnen kann. Aus diesem Elementenkomplex, welcher ein unübersehbares Filigrangewebe eines substratlosen Geschehens darstellt, werden nach Mach einzelne Gruppen von Erscheinungen abgegrenzt und zu relativ dauerhaften, aber doch im wesentlichen rein fiktiven Einheiten zusammengefaßt: die Körper und das Ich. Diese Abgrenzung ist keine absolute, unaufhebbare, für alle Fälle bleibende, sondern eine teils zufällige, teils instinktive. Speziell die Zusammenfassung

Männer wie Emerson und Longfellow, unbeschadet ihrer Selbständigkeit, der Berührung mit dem deutschen Geiste verdankten, das bedarf keiner Darlegung. Wie tief und weit durch alle diese Ströme jener Geist in das amerikanische Leben eindrang, dafür mag schließlich ein Wort von Bancroft angeführt sein. Er sagt (in einem Aufsatz der North American Review XIX): „Es läßt sich nicht leugnen, daß die

halber Rundung. Sie nahmen ihren fernblickenden Ausdruck wieder an. Nur viel, viel weiter sahen sie jetzt als zuvor. Drohend, riesengroß, undeutlich, aber tief wie das Leben selbst, wie der Sturm über dem wechselnden Meer der Geschehnisse, wie das Dunkel darunter, einfach genug für einen erlöschenden Tierblick, unergründlich genug für den schärfsten Gedanken, drangen Ahnung und Gewißheit auf ein Dasein

der mit Schmerz und Lust zusammenhängenden Elemente, zu der ideellen Einheit des Ich vollzieht der Intellekt im Dienste des lustsuchenden und schmerzmeidenden Willens, — hier wird die starke Beeinflussung Machs durch Schopenhauer erkennbar —: sie hat praktische und denkökonomische, aber keine objektive und absolute Bedeutung. Nicht das Ich ist nach Mach das Primäre, das Empfindungen hat oder hervorbringt, sondern die Empfindungen oder Elemente bilden das Ich. Ich sehe grün, höre den Ton As, schmecke süß, das will sagen, daß die Elemente grün, As, süß in einem gewissen Komplex von anderen Elementen (Empfindungen, Erinnerungen) vorkommen. Die Welt besteht also für uns nicht aus rätselhaften Wesen, welche durch Wechselwirkung mit einem anderen ebenso rätselhaften Wesen, dem Ich, die Empfindungen erzeugen, sondern aus Empfindungen — zu denen Mach nicht bloß Töne, Farben, Drücke usw., sondern auch Raum und Zeit rechnet — zwischen denen funktionale Abhängigkeitsbeziehungen bestehen. Diese funktionalen Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den letzten Elementen zu erforschen, ist Aufgabe der Wissenschaft, die sonach nichts ist, als systematische Anpassung der Gedanken an die Erfahrung, Nachbildung der Tatsachen durch das Denken. Die Begriffe, deren sich die Naturwissenschaft für ihre Zwecke bedient, Materie, Kraft, Atom, Gesetz, sind nur Abbreviaturen, Hilfsmittel, um diese Nachbildung der Tatsachen durch die Gedanken zu erleichtern: ökonomische Symbolisierungen der physikalisch-chemischen Erfahrungen; darüber hinaus kommt ihnen irgendwelche Bedeutung nicht zu. Zwischen Physischem und Psychischem gibt es dabei, wie bemerkt, keinen prinzipiellen Unterschied; die Körper und ihre Eigenschaften, das Ich und seine Zustände sind beide nur relativ konstante Verbindungen der gleichen einfachen Elemente. „Die Welt ist ein geordnetes Ereignis."

So gelangte Mach, auf sensualistisch-positivistischem Boden stehend, zu einem strengen und konsequenten Monismus des Geschehens, der bei aller Verschiedenheit der erkenntnistheoretischen und psychologischen Voraussetzungen mit dem Spinozaschen Monismus der Substanz manche merkwürdigen Berührungspunkte zeigt. Beide betonen, von entgegengesetzten Ausgangspunkten aus, die Zufälligkeit, Flüchtigkeit und rein ephemere Bedeutung des Ichbewußtseins und des Individuellen, und beide scheitern an dem gleichen Problem, seine Entstehung und Bedeutung im Haushalt des Weltprozesses begreiflich zu machen. Ebensowenig, wie sich bei Spinoza ein Motiv oder ein Anlaß für die eine unendliche und ungeteilte Substanz erkennen läßt, sich in zahllosen gesonderten, relativ selbständigen Einzelexistenzen zu entfalten, ist bei Mach einzusehen, wie die letzten Bestandteile des Weltgeschehens, die Empfindungen, dazu kommen, sich je und je in kleineren oder größeren Gruppen zusammenzuballen, sich um einen, sei es auch nur gedachten, Kern, zu vergleichsweise selbständigen und ein Eigenleben führenden Bildungen zu verdichten.

Vollends mit den Tatsachen des Seelenlebens ist, wie namentlich Friedrich Jodl überzeugend dargetan hat, Machs Psychomonismus ebenso wie alle verwandten Standpunkte des „Phänomenalismus", des „Empiriokritizismus", der „immanenten Philosophie" u. a. schlechterdings unvereinbar. Alles persönliche Seelenleben, auf Grund dessen doch Erkenntnis, Wissenschaft, Philosophie überhaupt erst möglich sind, zeigt sich uns an ein bestimmtes physisches Substrat, an einen organisierten Leib mit mehr oder weniger angebbaren physiologischen Prozessen gebunden. Die Tatsachen der psychologischen Erfahrung widerlegen aufs entschiedenste die Machsche Fiktion von nebelhaften Empfindungs-Komplexen, die wie kosmische Urnebel im Weltall umherschweben und sich gelegentlich — es ist nicht einzusehen, wie, warum und wozu — zu körperlichen Bewußtseins-Einheiten zusammenfinden, jenen phantastischen Wolkenbildungen vergleichbar, die uns Gruppen von Menschen und Tieren, Länder und Berge oder andere sinnvolle Figuren vortäuschen. In das Machsche Weltbild und die ihm zugrunde liegende erkenntnistheoretische Grundanschauung kann man sich eigentlich nur minutenweise und in Augenblicken besonders glücklicher Inspiration versetzen, ähnlich, wie der Mathematiker in die Fiktion eines nichteuklidischen Raumes oder einer pseudosphärischen Fläche.

So wenig aber auch an der Unhaltbarkeit von Machs erkenntnis-theoretischen Standpunkt ein Zweifel bestehen kann, so eignet seiner Leistung doch mehr als das negative Verdienst, uns von der Irrtümlichkeit und Undurchführbarkeit jedes phänomenalistischen oder idealistischen Positivismus gründlicher noch als andere ähnliche Versuche überzeugt zu haben. Auch als selbständige und originale Geistestat wird seine Leistung in der Geschichte der Philosophie immer ihre gesicherte und geachtete Stelle behaupten. In der Entwicklung des philosophischen Denkens sind im ganzen so wenig neue und wirklich eigenwüchsige Ideen hervorgetreten, daß schon die bloße Konzeption einer solchen ihren Urheber den führenden Geistern auf diesem Gebiete anreiht, von den befruchtenden Anregungen ganz zu schweigen, die Mach durch seine feinen und geistreichen Analysen der naturwissenschaftlichen Forschungsmethoden ausgestreut und durch die er das entwicklungsgeschichtliche Verständnis des wissenschaftlichen Denkens, auch im weiteren Sinne, auf das nachhaltigste gefördert hat.

---

# Kriegs-Chronik der Woche.

16. Februar: Englische Angriffe bei Ypern abgewiesen.
Französischer Mißerfolg bei Tahure.
Türkische Flugzeugangriffe auf Kut-el-Amara.
Neue Kämpfe bei Doberdo.
Meuterei indischer Truppen am Suezkanal.

17. Februar: Deutsche Luftangriffe auf Dünaburg und Wilejka.
Vordringen der Franzosen am Wardarfluß.
Einnahme Erzerum durch die Russen.
Italienische Angriffe auf Tolmein und Görz.

18. Februar: Weiterer englischer Angriff bei Ypern abgewiesen.
Französischer Angriff an der Somme zusammengebrochen.
Deutsche Flieger über Poperinghe.
Englische Niederlage am Salita-Hügel (Ostafrika).
Italienisches Feuer auf Malborgeth.
Kavaja (Albanien) besetzt.
Torpedierung eines französischen Dampfers vor Durazzo.
Kundgebungen der reichsländischen Bezirkstage für das Reich.

19. Februar: Gefecht zwischen Belgiern und Deutschen auf dem Kiwusee.
Neuer englischer Angriff beim Kiwusee.
Erfolgreicher deutscher Vorstoß bei Largitzen (Oberelsaß).
Italienische Angriffe auf Coelo abgewiesen.
Mißerfolg eines italienischen Luftangriffs auf Laibach.

20. Februar: Geschützkämpfe bei Lardaro (Judicarien).
Eine italienische Vorstellung bei Bazar Sjak (Albanien) genommen.
Kapitulation der deutschen Besatzung von Mora (Kamerun).
Verhaftung des deutschen und des österreichisch-ungarischen Konsuls auf Chios.
Eine englische Stellung am Yserkanal gestürmt.
Russischer Angriff auf Sawitsche (an d. Beresina) vereitelt.

21. Februar: Deutsche Fliegerangriffe auf Deal und Lowestoft.
Englischer Handgranatenangriff bei Ypern abgewiesen.
Vergebliche feindliche Angriffe zwischen Lenz und Arras.
Erfolg der österreichisch-ungarischen Truppen an der Strypa.
Oesterreichisch-ungarische Abteilungen an der Adriaküste.

22. Februar: Deutscher Erfolg bei Souchez.
Erhöhte Kampftätigkeit zwischen Somme und Oise und an der Maas.
Ein deutsches Luftschiff bei Revigny vernichtet.
Der Zar bei der Dumaeröffnung.
Luftangriff auf Desenzano.
Untergang des englischen Zerstörers „Hind".

---

№ 98 Morgen=Ausgabe.

# Vossisch

Begrün

Königlich privilegi

Die „Vossische Zeitung" erscheint täglich zweimal (morgens Festtagen nur einmal. Illustrierte Beilage: „Zeitbilder", w Beilagen und Rubriken: Finanz- und Handelsblatt, Grundstü verkehr, Für Reise und Wanderung, Literarische Umschau beilage. — Man bestellt die „Vossische Zeitung" in den Geschäftsstellen des Verlages Ullstein & Co., außer

Im Verlage von Ullstein & Co.

## Ernst Mach †.

**München,** 22. Februar. Hofrat Prof. Dr. Ernst Mach, der die letzten drei Jahre in seinem ländlichen Anwesen bei München, wo seine Söhne in angesehenen Stellungen wirken, verlebte, ist gestorben.

Ein Großer der Wissenschaft ist uns in seinem sterblichen Teil entrissen: Ernst Mach, der weltberühmte Physiker und Philosoph, — nicht Beides nebeneinander, sondern Beides in Einem — hat seine scharfen Augen, die so tief in das Naturleben und in das Stück Natur, das wir Mensch nennen, einzudringen wußten, für immer geschlossen. Sein rechter Arm war schon seit bald sechzehn Jahren durch einen Schlaganfall gelähmt, aber sein Geist war stark und beweglich geblieben; mit der linken Hand an der Schreibmaschine rastlos tätig, arbeitete er weiter an seinen erkenntnistheoretischen Werken, sandte er Briefe, die neue Errungenschaften seiner geistigen Tätigkeit wie eine Geschichte der Erfindungen verhießen, an seine Freunde in die Welt hinaus. War es auch tragisch, daß er durch sein Leiden seiner Lehrtätigkeit an der Wiener Universität entzogen wurde, so lag doch etwas Erfreuendes, ja Herrliches darin, wie er sich als Siebziger trotz der Gebrechlichkeit des Körpers auf der geistigen Höhe erhielt, wie er durch Denkertapferkeit und Willenskraft die Anfechtungen der Physis besiegte.

Ernst Mach ist früh zu hochbedeutenden Denkergebnissen, aber erst spät zu dem Weltruhm gelangt, den er in den letzten Jahrzehnten seines Lebens genoß, ohne in der Wesenheit seines Schaffens etwas Anderes als die Erkenntnis der Wahrheit anzustreben. Er achtete nicht viel auf die Huldigungen, die ihm dargebracht wurden, war aber überaus feinhörig für jeden Gedankengang, der zu seiner Welt- und Lebensauffassung stimmte, und ein Förderer aller Wahrheitssucher, die sich an ihn wandten oder auf dem von ihm gelegten Grunde weiterbauten. Als Deutsch-Mähre in Turas (1838) geboren, erledigte er seine Studien in Wien, wo er sich 1861 habilitierte, 1864 wurde er als Professor der Mathematik nach Graz, drei Jahre später als Professor der Physik an die damals noch ungeteilte Prager Universität berufen, an der er volle 28 Jahre wirkte, ohne daß das Bewußtsein seiner philosophischen Bedeutung in weite Kreise gedrungen war. Die Kenner aber wußten, daß der große Physiker, in dessen origineller, ja epochaler Denkweise es lag, die Schranken zwischen Physis und Psyche niederzureißen, und Physik und Psychologie in eins zu verschmelzen, der Erkenntnistheorie einen neuen Weg gewiesen hatte, und als durch den Tod des Aesthetikers und Leibnizforschers Robert Zimmermann eine ordentliche Professur der Philosophie in Wien er-

als wenn die Vierverbandsmächte der verlierende wären, so daß die Lage immer verwickelter wird. Der K kann nicht zehn oder zwanzig Jahre dauern. Deutschl und Oesterreich werden nicht stille sitzen. Sie werden suchen, ihre Waffenerfolge nach Persien, Aegypten Indien auszudehnen. Die Gefahr wird dann in der di matischen Kriegführung liegen. Ein gemeinsamer Fried schluß ist ja anscheinend (nur anscheinend) verabredet den, aber das ist eine Tatsache der Gegenwart und nicht Zukunft (in der es ganz anders kommen kann). Im P der Finanzen sind die Verbandsmächte stark (?), aber Fin stärke entscheidet nicht notwendigerweise den Ausgang Krieges, und sogar wenn der Krieg unentschieden bl werden Veränderungen in den diplomatischen Beziehun eintreten, und es ist fraglich, ob Japan und England denselben freundschaftlichen Beziehungen, wie „Mann Frau", bleiben werden. Das alles muß man studieren. sprünglich wurde der Bund zwischen den beiden Natio gegen Rußland gebildet (es hieß doch zur Erhaltung Friedens im fernen Osten). Jetzt aber, da das Objekt Bündnisses erfüllt ist, hat der Vertrag seinen Nutzen loren, und in wenigen Wochen nach dem Ausbruch Krieges hat sich seine Bedeutung vollständig verändert ( der Mohr kann gehen). Japan hatte gar keine so g Feindschaft gegen Deutschland (warum auch?). Es schloß den Verbündeten in dem Kriege gegen Deutschland wegen seines Bündnisses mit England an. Aber die Br dachten, daß uns zu viele gute Dinge zufielen, sogar rend wir in dem Kriege gegen Deutschland gewannen (

auf, diese aber blieben aus. „Corriere della Sera" behauptet, sie unterwegs gesichtet worden seien; was sie, wenn das wahr am Vordingen nach Mailand gehindert hat, ist bisher unbeka Die „Agenzia Stefani" hat auf höheren militärischen Befehl Telephonverkehr vorübergehend für ganz Oberitalien gestellt, angeblich, weil sich die österreichisch-ungarischen Flugz noch über italienischem Gebiet befinden. (Vergl. den Wi Hauptquartierbericht.)

## Ein englischer Zerstörer gesunken.

Drahtmeldung.

✱ **Amsterdam,** 22. Febru

**Der Vertreter der „Telegraphen-Union" meldet: Der mo englische Torpedobootszerstörer „Hind" ist vor der Themsemün auf eine Mine gelaufen und gesunken.**

Der Torpedobootszerstörer „Hind" ist 1912 mit 13 and Zerstörern seiner Klasse vom Stapel gelaufen. Er führte zwei und zwei 7,6-cm-Geschütze und zwei Rohre für 53kalibrige pedos. Bei 760 Tonnen Wasserverdrängung zählte er eine mannung von etwa 80 Köpfen.

**London,** 22. Febru

Der britische Dampfer „Dingle" (600 Tonnen) wurde ver Es wurde wahrscheinlich nur ein Mann gerettet.

## Türkischer Erzerum-Bericht.

Drahtmeldung.

✱ **Konstantinopel,** 22. Febru

Amtliche türkische Mitteilung: Unsere Armee hat sich aus tärischen Rücksichten ohne Verlust in westlich von Erzerum gel Stellungen zurückgezogen, nachdem sie die 15 Kilometer östlich Stadt befindlichen Stellungen sowie 50 alte Kanonen, die nicht geschafft werden konnten, an Ort und Stelle zerstört hatte. Di den Russen verbreiteten phantastischen Nachrichten, nach sie in Erzerum 1000 Kanonen erbeutet und 80 000 Gefa gemacht hätten, widersprechen der Wahrheit. In Wirklichkeit abgesehen von den in den erwähnten Stellungen vorgekomm Kämpfen, kein Kampf in der Umgebung von Erzerum stattgefu Im Grunde genommen war Erzerum keine Festung, sondern

№ 98 Morgen-Ausgabe. **Berlin.** Mittwoch, 23. Februar 1916

# Vossische Zeitung



Begründet 1704

Königlich privilegirte Berlinische Zeitung von Staats- und gelehrten Sachen

Die „Vossische Zeitung“ erscheint täglich zweimal (morgens und abends), an Sonn- und Festtagen nur einmal. Illustrierte Beilage: „Zeitbilder“, wöchentlich zweimal. Sonstige Beilagen und Rubriken: Finanz- und Handelsblatt, Grundstücks-, Hypotheken- und Geldverkehr, Für Reise und Wanderung, Literarische Umschau, Wissenschaftliche Sonntagsbeilage. — Man bestellt die „Vossische Zeitung“ in Berlin und Umgegend bei den Geschäftsstellen des Verlages Ullstein & Co., außerhalb bei allen Postanstalten.

Bezugspreis: Für Groß-Berlin monatlich 2 M. 70 Pf. bei täglich zweimaliger freier Zustellung. Durch die Post monatlich 2 M. 50 Pf. oder vierteljährlich 7 M. 50 Pf. ausschließlich Bestellgebühr. — Anzeigenpreis für die Zeile: Morgenausgabe 60 Pf., Abend- und Montags-Ausgabe 70 Pf., Stellengesuche 40 Pf., Stellenangebote auch gegen Jahrespreis. — Anzeigenannahme: Kochstraße 22/26, Breite Straße 8/9 und in allen Ullstein-Filialen. Fernsprech-Zentrale Ullstein & Co, Amt Moritzplatz 11800, 11801 bis 11850, 15280, 15281 bis 15289. Amt Zentrum 8689 und 8690.

Im Verlage von Ullstein & Co. **Hauptgeschäftsstelle: Berlin SW, Kochstraße 22/26.** Verantwortlich für die Redaktion (mit Ausnahme des Handelsteils) H. Bachmann in Berlin.

## Ernst Mach †.

**München,** 22. Februar. Hofrat Prof. Dr. Ernst Mach, der die letzten drei Jahre in seinem ländlichen Anwesen bei München, wo seine Söhne in angesehenen Stellungen wirken, verlebte, ist gestorben.

Ein Großer der Wissenschaft ist uns in seinem sterblichen Teil entrissen: Ernst Mach, der weltberühmte Physiker und Philosoph, — nicht Beides nebeneinander, sondern Beides in Einem — hat seine scharfen Augen, die so tief in das Naturleben und in das Stück Natur, das wir Mensch nennen, einzudringen wußten, für immer geschlossen. Sein rechter Arm war schon seit bald sechzehn Jahren durch einen Schlaganfall gelähmt, aber sein Geist war stark und beweglich geblieben; mit der linken Hand an der Schreibmaschine rastlos tätig, arbeitete er weiter an seinen erkenntnistheoretischen Werken, sandte er Briefe, die neue Errungenschaften seiner geistigen Tätigkeit wie eine Geschichte der Erfindungen verhießen, an seine Freunde in die Welt hinaus. War es auch tragisch, daß er durch sein Leiden seiner Lehrtätigkeit an der Wiener Universität entzogen wurde, so lag doch etwas Erfreuendes, ja Herrliches darin, wie er sich als Siebziger trotz der Gebrechlichkeit des Körpers auf der geistigen Höhe erhielt, wie er durch Denkertapferkeit und Willenskraft die Anfechtungen der Physis besiegte.

Ernst Mach ist früh zu hochbedeutenden Denkergebnissen, aber erst spät zu dem Weltruhm gelangt, den er in den letzten Jahrzehnten seines Lebens genoß, ohne in der Wesenheit seines Schaffens etwas Anderes als die Erkenntnis der Wahrheit anzustreben. Er achtete nicht viel auf die Huldigungen, die ihm dargebracht wurden, war aber überaus feinhörig für jeden Gedankengang, der zu seiner Welt- und Lebensauffassung stimmte, und ein Förderer aller Wahrheitssucher, die sich an ihn wandten oder auf dem von ihm gelegten Grunde weiterbauten. Als Deutsch-Mähre in Turas (1838) geboren, erledigte er seine Studien in Wien, wo er sich 1861 habilitierte, 1864 wurde er als Professor der Mathematik nach Graz, drei Jahre später als Professor der Physik an die damals noch ungeteilte Prager Universität berufen, an der er volle 28 Jahre wirkte, ohne daß das Bewußtsein seiner philosophischen Bedeutung in weite Kreise gedrungen war. Die Kenner aber wußten, daß der große Physiker, in dessen origineller, ja epochaler Denkweise es lag, die Schranken zwischen Physis und Psyche niederzureißen, und Physik und Psychologie in eins zu verschmelzen, der Erkenntnistheorie einen neuen Weg gewiesen hatte, und als durch den Tod des Aesthetikers und Leibnizforschers Robert Zimmermann eine ordentliche Professur der Philosophie in Wien erledigt war, wurde Ernst Mach im Jahre 1895 auf diesen Lehrstuhl berufen. Anfänglich zur Ueberraschung Vieler, wenn auch zur Genugtuung der wissenschaftlich Eingeweihten, später zur Genugtuung aller, die der Wiener Hochschule einen neuen Zuwachs an Weltbedeutung wünschten. Von Wien aus, wo Mach seine erkenntnistheoretischen Werke weiter ausbaute, drang seine Lehre weit in die Welt hinaus, gewann Anhänger in allen Kulturländern und wurde maßgebend für die immer weiter um sich greifende positivistische Philosophie. Den Aufakt zu der hochbedeutenden Gedankenfolge gab Machs Schrift über das unrettbare Ich, die die Augen darüber öffnete, daß das Ich als ein Ding an sich nicht existiert, daß es nur als ein ewig sich erneuernder Empfindungskomplex zu werten ist oder, wie das drastisch ausgedrückt worden ist, als ein Bündel von Vorstellungen und Empfindungen. In seinen Hauptwerken, namentlich in der Analyse der Empfindungen, hat er dann die entscheidenden Fragen der Erkenntnistheorie nach einer neuen Methode behandelt. Erkenntnis wurde ihm ein Lebensvorgang des Organismus, der Gegensatz zwischen physisch und psychisch löste sich ihm auf, der Mensch erschien nach allen Seiten seiner Lebensäußerungen den Gesetzen der Biologie unterworfen und jede Erkenntnis, die über den Rahmen unserer Erfahrung hinausgeht, als unmöglich. Machs Philosophie hängt aufs Innigste mit seinen neuartigen physikalischen Auffassungen zusammen, die er in seinem großen Werke über die Entwicklung der Mechanik, in seinen Beiträgen zur Wärmelehre, in seinen optisch-akustischen Studien, unter denen eine Schrift über die Symmetrie auch für die Aesthetik von hohem Werte ist, niedergelegt hat.

Der vielbewunderte Forscher war ein Mann von rührender Schlichtheit, treu und vertrauensvoll, ein Deutscher bis in Mark hinein und ein ethisch bewegter Volksfreund in allen sozialen Fragen, denen rastlos seine Teilnahme zugewandt war. Während seiner Prager Wirksamkeit bot er, namentlich als Rektor, alle Kraft auf, um im Verein mit Hering, Knoll und Krasnopolski die Stätte der deutschen Wissenschaft vor dem Eindringen leidenschaftlicher slawischer Agitation zu retten. Selbst in unseren kriegerisch bewegten Tagen wird der Hingang des großen Denkers in den weitesten Kreisen als ein schmerzliches Ereignis und das Lebenswerk das Mach hinterläßt, als ein Kulturwert der ganzen Menschheit, der der deutschen Wissenschaft zu danken ist, empfunden werden. K.

---

**Im Deutschen Theater** wird die Erstaufführung von Shakespeares „Macbeth“ voraussichtlich im Laufe der nächsten Woche stattfinden.

**Ludwig Fulda** wird am 17 März im Beethovensaal über „Amerika und Deutschland“ sprechen.

## Konzerte.

Im Lyzeum-Klub wurden Kompositionen des jungen süddeutschen Komponisten Hans Kayser aufgeführt und zwar ein Streichquartett in D-Moll, eine Serenade in D-Dur für Flöte, Violine und Viola und sechs Lieder für eine Singstimme mit Klavierbegleitung. Drei von den Liedern sind im Volkston gehalten. Hier gibt sich Kayser, wie er ist; hier erklingt die Stimme seiner Natur, und das Ergebnis sind runde, dralle Gebilde, die man sich gern gefallen läßt. Dort, wo Kayser anfängt zu spintisieren, wo er die Sehnsucht hat über sich hinauszuwachsen, wie in den drei anderen Liedern und dem Streichquartett — die Serenade hörte ich nicht —, erscheint er als ein Tastender, Suchender, als ein Unfertiger. Wie viel oder wie wenig an echter Begabung in Kayser steckt, läßt sich nach diesen Proben nur schwer sagen. Das, was einstweilen überzeugt, ist sein Wille; und da es heißt: wo ein Wille ist, ist auch ein Weg, so läßt sich erhoffen, daß der Komponist sich noch empor entwickeln wird zu größerer Plastik und Bedeutsamkeit der Gedanken und zu einer reicher belebten Faktur.

Rudolf Gerhard Schwarz, ein junger Dirigent, veranstaltete mit dem Philharmonischen Orchester ein Konzert im Beethovensaal. Er ist ein Unfertiger. Doch während es offenbar wird, daß ihm die Technik des Taktschlagens noch Schwierigkeiten macht, wird es auch offenbar, daß er ein seiner Kunst leidenschaftlich hingegebener, seelisch und geistig bereits vollkommen ausgewachsener Mensch und Musiker ist. Wie groß seine Kapazität ist, läßt sich natürlich nach dieser einen Probe nicht feststellen. Die Art indessen, wie er einzelne Partien der dritten Sinfonie von Anton Bruckner — welch ein schwieriges Problem für einen Anfänger! — auslegte, weckt die Hoffnung, daß noch einmal etwas Ordentliches aus ihm werden wird. Mit der „Manfred“-Ouvertüre von Schumann begann das Konzert, mit der sinfonischen Dichtung „Tasso“ von Liszt schloß es. Zwischendurch spielte Gisela Springer mit sauberer Technik und geschmackvollem Vortrag das G-Dur-Konzert von Beethoven.

Teophil Demetriescu wollte einen Bach-Chopin-Abend in der Singakademie geben. Ein Unglücksfall — es hieß, er hätte sich den Arm verletzt — zwang ihn das Konzert nach der ersten Nummer abzubrechen. M. M.

*

Heinrich Schulz aus Rostock dirigierte das Philharmonische Orchester im Beethovensaal, das Hauptwerk des Abends bestand in Hugo Kauns 3. Sinfonie, die hierbei in Berlin zum ersten Male zur Aufführung gelangte. In den Veranstaltungen der königl. Kapelle und unter Nikisch hörten wir

Zum Schlusse teilt der Vorsitzende mit, daß diese Angelegenheit in der am 28. Jänner 1916 stattfindenden Verwaltungsratssitzung zur Sprache kommen und er über das Ergebnis der Beratungen in der nächsten Fachgruppenversammlung berichten wird.

Der Obmann: *Brauer.* Der Schriftführer: *Ing. E. Krick.*

## Vereins-Angelegenheiten.

### BERICHT
### über die 15. (Wochen-) Versammlung der Tagung 1915/16.

*Samstag den 26. Februar 1916.*

Der Vorsitzende Vizepräsident Direktor Ing. …

auch den Weltäther verloren und stehen mit ihrem absoluten Ding an sich leer da.

Mach, dem die Naturforscher nur zögernd folgten, fand die offene Gegnerschaft der Philosophen Kantscher Schule, die immer neuerlich bewiesen, daß Mach keine Erkenntnistheorie geschaffen hat und mit seinen Elementen keine neue Welt aufbauen kann. Beides gibt er zu und auch, daß er es gar nicht beabsichtigte. Mach will immer nur Neues finden und Erfahrungen sammeln und ordnen. Kant will ewige Wahrheiten oder keine. Diese Standpunkte lassen sich nicht vereinen und bekämpfen sich zwecklos. Die Machfreunde weisen darauf hin, daß die a priori-Forscher mit dem reinen Verstande noch keine einzige neue Tatsache, geschweige ein a priori-Ding, gefunden haben. Machs Philosophie ist eine Phänomenologie und eine Methodik, die der Naturwissenschaft eine ausgezeichnete Grundlage gegeben hat, auf der sie für die nächste Zukunft beruhigt fortschreiten kann und wird.

Als Machs Vorläufer als Naturphilosophen werden Pascal, Lichtenberg, Faraday, Maxwell, Johannes Müller, Goethe und Friedrich Nietzsche genannt. Als seine Nachfolger Stallo, Clifford, Kirchhoff, Hertz, Pearson, Ostwald u. a.

Machs Lebenswerk wird ein Markstein bleiben für alle Zeiten. Wir werden seinen Namen hochhalten.

Machs Fundament wird die Philosophie der Zukunft tragen" (Beifall).

Der Vorsitzende dankt dem Redner für seine geistvollen Ausführungen und teilt mit, daß Dienstag den 29. Februar l. J., abends ½8 h, im kleinen Saale der Wiener „Urania" ein Vortrag unseres Mitgliedes des Herrn Ing. Josef Schwarzl unter dem Titel „Österreich als europäische Verkehrszentrale" stattfindet. Er macht die Herren Vereinskollegen auf diesen Vortrag unseres Mitgliedes besonders aufmerksam. Karten zu diesem Vortrage sind an der Tageskasse der Wiener „Urania" erhältlich.

Er weist auf den Mittwoch den 1. März l. J., abends ½8 h, im großen Speisesaale der Klubräume stattfindenden Kunstabend hin und erinnert daran, daß in der am kommenden Samstag stattfindenden ordentlichen Hauptversammlung an jene Vereinskollegen, die heuer das 50. Jahr ihrer Mitgliedschaft vollenden, Ehrenkassetten überreicht werden. Es sind dies nachstehende Kollegen: Sektionschef Dr. Ing. Franz R. v. Berger, Hofrat Professor Franz R. v. Gruber, Ministerialrat Dr. Maxim. Edl. v. Leber und Oberinspektor Ing. Gustav Stockhammer. Die für die Genannten bestimmten Glückwünsche wollen ehetunlichst in der Vereinskanzlei abgegeben werden.

Da auf Anfrage niemand das Wort wünscht, bittet der Vorsitzende Herrn Stadtbaudirektor Ing. Heinrich Goldemund, seinen angekündigten Vortrag halten zu wollen: „Das neue Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien."

Der interessante, durch zahlreiche Lichtbilder erläuterte Vortrag, der reichen Beifall findet, wird demnächst im Wortlaute in dieser „Zeitschrift" zum Abdruck gelangen.

Nach dem Vortrage führt der Vorsitzende aus: „Die so hochinteressanten Ausführungen unseres hochgeehrten Herrn Kollegen Goldemund haben uns belehrt, daß die Tätigkeit der Gemeinde Wien auf technischem Gebiete während des Krieges eine ganz außerordentlich große gewesen ist, um so größer, wenn man berücksichtigt, unter welchen erschwerenden Verhältnissen diese technische Tätigkeit heute geleistet wird. Wir sind vollkommen überzeugt, daß die letzte große technische Schöpfung der Gemeinde Wien, das Kühl- und Gefrierhaus, sich würdig den anderen modernen technischen Schöpfungen der Gemeinde Wien anschließen wird. Ebenso sind wir überzeugt — ich habe es aus einigen Worten unseres Kollegen des Herrn Stadtbaudirektors entnommen — daß auch die bewährten Juristen der Gemeinde Wien ihre Tätigkeit darauf richten werden, daß das Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien seinen Zweck wirklich voll erfüllen wird, dahingehend, daß es wirtschaftliche Werte vor dem Untergange beschützt und daß es hauptsächlich preisbildend auf die dort eingelagerten Nahrungs- und Genußmittel wirken wird. Ich meine preisbildend in der Richtung, daß Preistreiberei und Wucher unbedingt ausgeschlossen bleiben (Beifall). Ich hoffe auch — und das war ja auch aus den Ausführungen des Herrn Baudirektors zu entnehmen — daß die administrative Leitung in modernem, kaufmännischem Sinne geführt werden wird. Zum Schlusse danke ich dem Herrn Baudirektor für seine hochinteressanten Mitteilungen und beglückwünsche ihn zu den Erfolgen, die er bis nun gehabt hat" (Beifall).

Da niemand das Wort wünscht, schließt der Vorsitzende um 8 h 45 m abends die Sitzung.

*Dr. Paul.*

Zum Schlusse teilt der Vorsitzende mit, daß diese Angelegenheit in der am 28. Jänner 1916 stattfindenden Verwaltungsratssitzung zur Sprache kommen und er über das Ergebnis der Beratungen in der nächsten Fachgruppenversammlung berichten wird.

Der Obmann: *Brauer.* — Der Schriftführer: *Ing. E. Krick.*

---

# Vereins-Angelegenheiten.

## BERICHT über die 15. (Wochen-) Versammlung der Tagung 1915/16.

*Samstag den 26. Februar 1916.*

Der Vorsitzende Vizepräsident Direktor Ing. Leopold Mayer eröffnet um 7h 5m abends die sehr zahlreich besuchte Versammlung, indem er die Erschienenen herzlichst willkommen heißt und namentlich Herrn Magistrats-Direktor Dr. August Nüchtern als Gast begrüßt (Beifall). Er verweist darauf, daß nach einer in den Tagesblättern enthaltenen Mitteilung das Mitglied des Herrenhauses Herr Hofrat Professor Dr. Ernst Mach am 19. d. M. verstorben ist. Hofrat Dr. Ernst Mach, einer der hervorragendsten Vertreter der exakten Wissenschaften, hat sich unvergänglichen Ruhm erworben; der Vorsitzende bittet Herrn Professor Dpl. Chem. Josef Klaudy, die Tätigkeit des Verstorbenen als Mensch und Gelehrter durch einen Nachruf zu würdigen.

Herr Professor Dpl. Chem. Klaudy hält sodann folgende Gedenkrede:

„Ein Klassiker der Naturwissenschaften, Ernst Mach, schloß am 19. d. M. im 78. Lebensjahre in stiller Zurückgezogenheit in Haar bei München seine Augen für immer. Ein Geist ist zur Ruhe gegangen, der unserem Vaterlande gehörte und den größten aller Zeiten an die Seite gestellt werden muß, bis er allgemein verstanden werden wird. Dem Geiste, der in unserem Kreise herrscht, erscheint es Pflicht, zu seiner Ehre beizutragen und seinen Werken die Anerkennung zu zollen, die ihm die gesamte Kulturwelt noch schuldet.

Um Mach zu verstehen, muß man auf die Kulturentwicklung zurückgreifen mit seiner klassischen Methode der historisch-kritischen Erfassung unserer Begriffe, die seine Denkökonomie in sich schließt, und seine eiserne Standhaftigkeit, beim logischen Denken niemals den festen Boden der Tatsachen, des Phänomens, das wirklich ist, zu verlassen. Mit diesem Rüstzeuge durchzog er die Bahn seiner Erfolge nach Beendigung seiner Studien in Wien 1861, dann als Professor der Physik in Graz und Prag, 1895 für induktive Philosophie in Wien und seit 1901 im Ruhestande, den ein Schlaganfall mit einer Lähmung vergällte, aber trotzdem schaffend bis in seine letzten Lebensjahre. 143 Abhandlungen zählt seine Bibliographie, darunter seine „Analyse der Empfindungen“ in 5 Auflagen, die „Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Energie“ 1872 (die Grundlagen der Energetik), „Erkenntnis und Irrtum“ 1906, 2. Auflage, seine populär-wissenschaftlichen Vorlesungen 1910, 4. Auflage, die jenen von Helmholtz an die Seite zu stellen sind, seine Werke über Mechanik, Wärme Optik und Akustik und zahlreiche wertvolle Lehrbücher. Die gewaltige Arbeit Machs und seine Bedeutung fanden im Vorjahre die dankenswerte Zusammenfassung und Würdigung in der Monographie von Dr. Hans Henning. Das 18. Jahrhundert mit der französischen Revolution hat die Aufklärungsbewegung zu dem Ziele gebracht, den Siegeslauf der Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert zu ermöglichen. Bis dahin war die Vernunft daheim in den Gelehrtenstuben am Werke und förderte Wissen. Imm. Kant hat dessen Grundlagen in seiner Philosophie zusammengefaßt — und einer absoluten, der praktischen Vernunft unerkennbaren Welt der „Dinge an sich“ unser freies Bewußtsein mit unabhängigen Vernunftserkenntnissen gegenübergestellt, von dem als Zentrum die Erscheinungen ausgehen, die wir „wirklich“ nennen. An die Welt der „Dinge an sich“ bindet uns nur das sittliche Bewußtsein durch den kategorischen Imperativ. Er sucht nicht mehr, wie die Metaphysiker vor ihm, nach den letzten Gründen der Dinge, sondern nach den Gründen unserer Erkenntnis der Dinge („Kritik der reinen Vernunft“), nach der systematischen Darlegung der „a priorischen Elemente“ der „Erkenntnis“. Die gewaltige Geistesarbeit Kants hatte das Erkenntnisverlangen des 19. Jahrhunderts befriedigt und wieder begann eine Forscherarbeit auf ungezählten Spezialgebieten. Ein jeder formte sich seine neuen Erkenntnisse zu seinen Zwecken und wieder standen am Ende eines Jahrhunderts glänzende Erfolge durch Erfahrungen einem Chaos von Begriffen gegenüber, die ihren Zweck, dem neuen Schaffen zu dienen, wohl erfüllt hatten, die aber unter sich chaotisch wirkten und die Welt der „Dinge an sich“, das unzugängliche Gebiet Kants, gewaltig abräumten. Die Welt bedurfte neuerdings der ordnenden Hand für die neuen Begriffe des Zeitalters der Naturwissenschaften, einer neuen Philosophie als Grundlage der kommenden Zeit. Nicht zuletzt für die Weiterarbeit der Spezialforscher, die sich mit ihren Hilfsbegriffen untereinander nicht mehr verstanden und doch sich gegenseitig befruchten sollten. Der höchste Wert einer Einigung der Begriffe liegt aber in der Heranbildung der Jugend. Wer sich überlegt, um wieviel mehr die Jugend heute lernen muß, als wir, ohne daß sie uns in der Tragfähigkeit des Gehirns überlegen wäre, wird begreifen, daß sie zusammenbrechen müßte, wenn nicht die Wissenschaften und die Pädagogik um dasselbe, was sie an Erfahrungsinhalt mehr besitzen, an Schwerfälligkeit verloren haben würden. Dieser Begriff ist Machs Denkökonomie. Die Wissenschaft ist nach ihm „der sparsamste, einfachste, begriffliche Ausdruck der Tatsachen“. Und die genialst denkökonomische Leistung der Menschheit ist die Sprache: die Laut- und die Schriftsprache. Beide sollten je eher international werden. Die Wissenschaft machen wir uns durch Anpassung an die Erfahrung im Sinne der Darwinschen Lehre, der nach Mach die ganze Vernunft, aber auch der Staat, die Kultur und das Leben wie ein Organismus unterliegen. Die Wissenschaft muß also gut aufgebaut sein, ökonomisch, dann kann die Jugend in kürzester Zeit ebensoweit kommen, wie der Entdecker eines Gesetzes in seinem Leben kam. Will sie weiterarbeiten, dann ist nichts besser, als den Werdegang der Entdeckungen historisch zu verfolgen.

Mit den Vorgängen in der Natur dürfen wir das künstliche Schaffen nicht gleichstellen. Die Natur ist nur einmal da, sie wiederholt sich nicht. Wir sehen nur gleichartige Fälle und nennen die Wiederholung der Erfahrung ein Naturgesetz. Das ist eine Abstraktion. Diese kann man wiederholen wie das Experiment. Naturgesetze haben nur den Wert, unsere Erwartung einzuschränken. Ursache und Wirkung braucht Mach gar nicht. Nur die Erfahrung. Wird uns diese geläufig, dann gehört die Ursache zu den Eigenschaften, z. B. die Säure ist die Ursache der Rötung des Lakmuspapiers. Später gehört die Rötung des Lakmus zu den Eigenschaften der Säure. Kant nimmt einen angeborenen Verstandsbegriff an, Mach sagt, letzterer wird erst durch die Erfahrung. Auch die „Notwendigkeit“ braucht Mach nicht. Die Kausalität ist schon subjektiv, sie ist ein Gefühl, das durch die Entwicklung der Art vorgebildet ist. Mach will mit seiner Erkenntnislehre keinen Schritt von den Tatsachen weg und auf die reine Beschreibung hinaus. Er nimmt als Ausgang der Erkenntnis das „natürliche Weltbild“; dieses analysiert er, um seine Elemente zu finden. Diese findet er nun nicht wie die mechanische Auffassung in der Masse, der Kraft und den Atomen, sondern in seinen sogenannten „Empfindungen“, d. h. jenen Bestandteilen der Erscheinungen, welche Funktionen zueinander haben, wie Farbe, Töne, Druck, Räume, Zeiten. Diese Empfindungen würden die Grundlagen der Energetik (Ostwald, Helm). Die Körper der Außenwelt haben Funktionen zueinander, welche die Erscheinungen der Physik und Naturwissenschaft bewirken. Die Beziehungen dieser Körper zu meinem Leib gehören in die Physiologie, zu meiner Seele in die Psychologie. Mach will mit denselben Elementen auskommen, wenn er von einem Erfahrungsgebiet in ein anderes tritt. Sein Programm lautet: Es ist ein Standpunkt zu finden, der sich für alle naturwissenschaftlichen Fächer als Grundlage eignet.

Er ging 3 Wege. Den der Physik, der Physiologie und den der Psychologie zuerst mit zahlreichen glänzenden Experimentalforschungen.

Mit den Vorgängen in der Natur dürfen wir das künstliche Schaffen nicht gleichstellen. Die Natur ist nur einmal da, sie wiederholt sich nicht. Wir sehen nur gleichartige Fälle und nennen die Wiederholung der Erfahrung ein Naturgesetz. Das ist eine Abstraktion. Diese kann man wiederholen wie das Experiment. Naturgesetze haben nur den Wert, unsere Erwartung einzuschränken. Ursache und Wirkung braucht Mach gar nicht. Nur die Erfahrung. Wird uns diese geläufig, dann gehört die Ursache zu den Eigenschaften, z. B. die Säure ist die Ursache der Rötung des Lakmuspapiers. Später gehört die Rötung des Lakmus zu den Eigenschaften der Säure. Kant nimmt einen angeborenen Verstandsbegriff an. Mach sagt, letzterer wird erst durch die Erfahrung. Auch die „Notwendigkeit" braucht Mach nicht. Die Kausalität ist schon subjektiv, sie ist ein Gefühl, das durch die Entwicklung der Art vorgebildet ist. Mach will mit seiner Erkenntnislehre keinen Schritt von den Tatsachen weg und auf die reine Beschreibung hinaus. Er nimmt als Ausgang der Erkenntnis das „natürliche Weltbild"; dieses analysiert er, um seine Elemente zu finden. Diese findet er nun nicht wie die mechanische Auffassung in der Masse, der Kraft und den Atomen, sondern in seinen sogenannten „Empfindungen", d. h. jenen Bestandteilen der Erscheinungen, welche Funktionen zueinander haben, wie Farbe, Töne, Druck, Räume, Zeiten. Diese Empfindungen würden die Grundlagen der Energetik (Ostwald, Helm). Die Körper der Außenwelt haben Funktionen zueinander, welche die Erscheinungen der Physik und Naturwissenschaft bewirken. Die Beziehungen dieser Körper zu meinem Leib gehören in die Physiologie, zu meiner Seele in die Psychologie. Mach will mit denselben Elementen auskommen, wenn er von einem Erfahrungsgebiet in ein anderes tritt. Sein Programm lautet: Es ist ein Standpunkt zu finden, der sich für alle naturwissenschaftlichen Fächer als Grundlage eignet.

Er ging 3 Wege. Den der Physik, der Physiologie und den der Psychologie, zuerst mit zahlreichen glänzenden Experimentalforschungen. Dann zog er die 3 Wege zusammen zu seiner Philosophie. Dazu schuf er auf Grund seiner Erfahrungen eine neue Methodenlehre, nicht auf absolute Wahrheiten begründet, die zu suchen wären, sondern auf den Erfolg allein. Alles Psychische, sagt er, muß physisch fundiert sein. Das Land des Transzendentalen ist mir verschlossen und seine Bewohner reizen meine Wißbegierde gar nicht. Seine Weltanschauung ist frei von spekulativ-metaphysischen Zutaten. Er betrachtet dies als ein Produkt der Kulturentwicklung. Auf dem Boden der Tatsachen fand Mach nur relative Räume und Bewegungen. Wollten wir behaupten, daß wir mehr kennen, so wäre dies eine Unehrlichkeit. Die Statik ist ein Spezialfall der Dynamik. Die Anschauungen Machs wurden durch die moderne Physik, die Relativitätstheorie, die heute allgemein anerkannt ist, glänzend bestätigt. Nach dem Wärmestoff haben die Anhänger Kants auch den Weltäther verloren und stehen mit ihrem absoluten Ding an sich leer da.

Mach, dem die Naturforscher nur zögernd folgten, fand die offene Gegnerschaft der Philosophen Kantscher Schule, die immer neuerlich bewiesen, daß Mach keine Erkenntnistheorie geschaffen hat und mit seinen Elementen keine neue Welt aufbauen kann. Beides gibt er zu und auch, daß er es gar nicht beabsichtigte. Mach will immer nur Neues finden und Erfahrungen sammeln und ordnen. Kant will ewige Wahrheiten oder keine. Diese Standpunkte lassen sich nicht vereinen und bekämpfen sich zwecklos. Die Machfreunde weisen darauf hin, daß die a priori-Forscher mit dem reinen Verstande noch keine einzige neue Tatsache, geschweige ein a priori-Ding, gefunden haben. Machs Philosophie ist eine Phänomenologie und eine Methodik, die der Naturwissenschaft eine ausgezeichnete Grundlage gegeben hat, auf der sie für die nächste Zukunft beruhigt fortschreiten kann und wird.

Als Machs Vorläufer als Naturphilosophen werden Pascal, Lichtenberg, Faraday, Maxwell, Johannes Müller, Goethe und Friedrich Nietzsche genannt. Als seine Nachfolger Stallo, Clifford, Kirchhoff, Hertz, Pearson, Ostwald u. a.

Machs Lebenswerk wird ein Markstein bleiben für alle Zeiten. Wir werden seinen Namen hochhalten.

Machs Fundament wird die Philosophie der Zukunft tragen" (Beifall).

Der Vorsitzende dankt dem Redner für seine geistvollen Ausführungen und teilt mit, daß Dienstag den 29. Februar l. J., abends $\frac{1}{2}$8 h, im kleinen Saale der Wiener „Urania" ein Vortrag unseres Mitgliedes des Herrn Ing. Josef Schwarzl unter dem Titel „Österreich als europäische Verkehrszentrale" stattfindet. Er macht die Herren Vereinskollegen auf diesen Vortrag unseres Mitgliedes besonders aufmerksam. Karten zu diesem Vortrage sind an der Tageskasse der Wiener „Urania" erhältlich.

Er weist auf den Mittwoch den 1. März l. J., abends $\frac{1}{2}$8 h, im großen Speisesaale der Klubräume stattfindenden Kunstabend hin und erinnert daran, daß in der am kommenden Samstag stattfindenden ordentlichen Hauptversammlung an jene Vereinskollegen, die heuer das 50. Jahr ihrer Mitgliedschaft vollenden, Ehrenkassetten überreicht werden. Es sind dies nachstehende Kollegen: Sektionschef Dr. Ing. Franz R. v. Berger, Hofrat Professor Franz R. v. Gruber, Ministerialrat Dr. Maxim. Edl. v. Leber und Oberinspektor Ing. Gustav Stockhammer. Die für die Genannten bestimmten Glückwünsche wollen ehetunlichst in der Vereinskanzlei abgegeben werden.

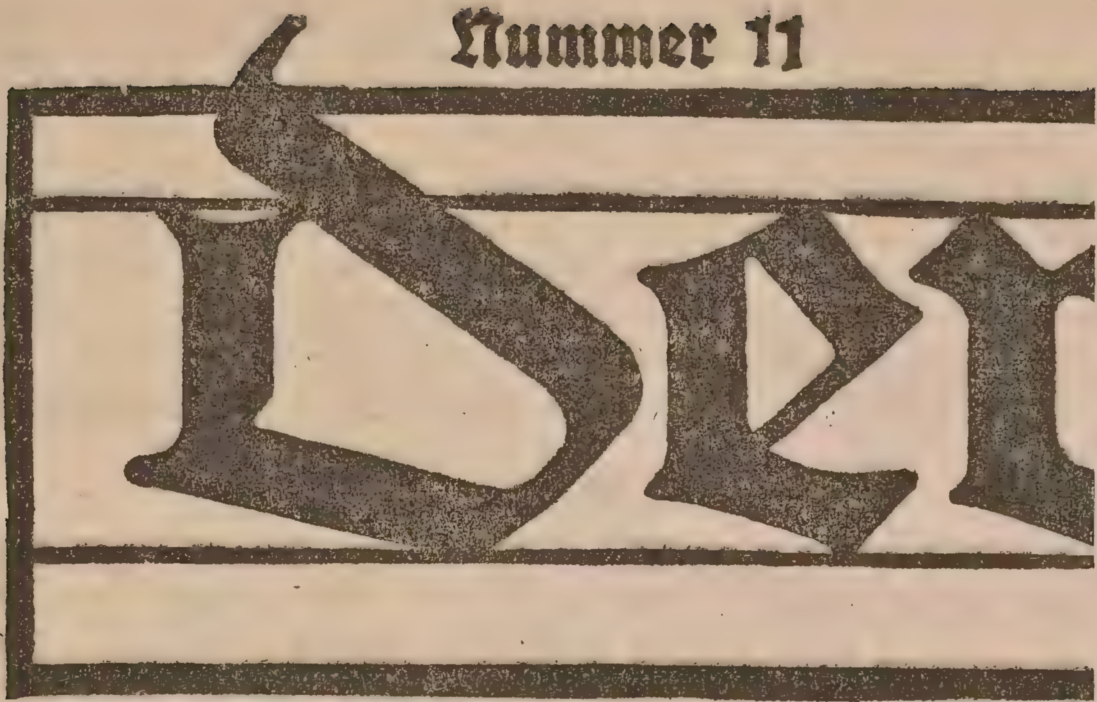
Da auf Anfrage niemand das Wort wünscht, bittet der Vorsitzende Herrn Stadtbaudirektor Ing. Heinrich Goldemund, seinen angekündigten Vortrag halten zu wollen: „Das neue Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien."

Der interessante, durch zahlreiche Lichtbilder erläuterte Vortrag, der reichen Beifall findet, wird demnächst im Wortlaute in dieser „Zeitschrift" zum Abdruck gelangen.

Nach dem Vortrage führt der Vorsitzende aus: „Die so hochinteressanten Ausführungen unseres hochgeehrten Herrn Kollegen Goldemund haben uns belehrt, daß die Tätigkeit der Gemeinde Wien auf technischem Gebiete während des Krieges eine ganz außerordentlich große gewesen ist, um so größer, wenn man berücksichtigt, unter welchen erschwerenden Verhältnissen diese technische Tätigkeit heute geleistet wird. Wir sind vollkommen überzeugt, daß die letzte große technische Schöpfung der Gemeinde Wien, das Kühl- und Gefrierhaus, sich würdig den anderen modernen technischen Schöpfungen der Gemeinde Wien anschließen wird. Ebenso sind wir überzeugt — ich habe es aus einigen Worten unseres Kollegen des Herrn Stadtbaudirektors entnommen — daß auch die bewährten Juristen der Gemeinde Wien ihre Tätigkeit darauf richten werden, daß das Kühl- und Gefrierhaus der Stadt Wien seinen Zweck wirklich voll erfüllen wird, dahingehend, daß es wirtschaftliche Werte vor dem Untergange beschützt und daß es hauptsächlich preisbildend auf die dort eingelagerten Nahrungs- und Genußmittel wirken wird. Ich meine preisbildend in der Richtung, daß Preistreiberei und Wucher unbedingt ausgeschlossen bleiben (Beifall). Ich hoffe auch — und das war ja auch aus den Ausführungen des Herrn Baudirektors zu entnehmen — daß die administrative Leitung in modernem, kaufmännischem Sinne geführt werden wird. Zum Schlusse danke ich dem Herrn Baudirektor für seine hochinteressanten Mitteilungen und beglückwünsche ihn zu den Erfolgen, die er bis nun gehabt hat" (Beifall).

Da niemand das Wort wünscht, schließt der Vorsitzende um 8 h 45 m abends die Sitzung. *Dr. Paul.*

Nummer 11



Verantwortlicher Redakteur:
Fritz Engel, Berlin-Schöneberg

Bei

# Ernst Mach.

## Von Professor Dr. J. Petzoldt. [Nachd
ve

Dem im Februar gestorbenen Physiker und
sophen sei noch dieses Gedenkblatt aus wissenscha
Feder gewidmet.

Die Redaktion des „Zeitgei

Wollen wir die wichtigsten Momente des Lebenswerkes
bahnbrechenden Geistes in wenigen Zeilen h
heben, so empfiehlt es sich, zuerst seine
lung zur Wirklichkeit überhaupt und dann erst im
sonderen die zur anorganischen und zur organischen
ins Auge zu fassen. Nur wer jenen ersten Punkt ganz er
kann auch die übrigen völlig verstehen. Wie aber die n
Schriften und Beurteilungen zeigen, die sich mit Mach beschä
wird er im Kern seiner Anschauungen mißverstanden. Das
sich daraus, daß seine Kritiker entweder von erkenntnisthe
idealistischer oder von realistischer Seite her kommen, und daß
gerade die Irrtümer beider Richtungen überwunden hat.
verflüchtigt sich ihm die Welt zur Vorstellung, zu einem subj
Empfindungskomplex, zu einem prinzipiell Psychischen, noch z
sie ihm in Materie und Geist und in Leib und Seele. Seine n
liche und angesichts der Schwierigkeiten dieser Fragen ganz
ordentliche Bedeutung liegt vielmehr darin, daß er uns übe
materialistischen und alle idealistischen Weltanschauungen h
führt, die Hauptfrage der gesamten bisherigen Philosophie, i
sonderen der seit Descartes, beantwortet und damit den W
neuen und noch viel gewaltigeren Problemen öffnet.

Berkeley hat vor zweihundert Jahren mit der
fangenheit des Kindes in Fuldas „Talisman“ auf
einfachen Tatbestand hingewiesen, den sich Mach vollständ
eigen gemacht und nach allen Richtungen hin verfolgt
Niemals treten Farben ohne optische Gestalt auf, und umgekeh
mals solche Formen ohne Farben. Daraus folgt für Mach, d
farbigen und die räumlichen Qualitäten oder Empfindungen als
untrennbar und gleichberechtigt angesehen werden müssen. Der G
daß die Empfindungen der Farben, Töne usw. in uns entsteh
in den Raum hinaus projiziert werden, ist schon hiermit unn
geworden. Der Raum darf also nicht mehr im Sinne Lockes
im Sinne der Naturwissenschaft bis auf Mach hin als primä
Farbe — und ebenso alle übrigen Empfindungen — als etwas
däres behandelt werden. Der Raum darf aber auch niemals als
rische Anschauungsform im Sinne Kants gelten, wenn man nic
Farbe das gleiche a priori einräumt. Und ganz verfehlt und ge
komisch muß es erscheinen, wenn man, wie es oft zu lesen und zu
ist, Mach die Auffassung unterschiebt, als schwebten seine Weltele
die Empfindungen, frei im Weltall, im Raume, umher. Die räum
— und so natürlich auch die zeitlichen — Merkmale der Ding
aller Erlebnisse sind vielmehr nur Eigenschaften, Empfind
neben allen anderen, nicht vor ihnen. So setzt sich die ganz
einschließlich der aller Seelen nur aus prinzipiell
gleichberechtigten Elementen zusammen, die tradi
als Empfindungen bezeichnet werden, unter welcher Bezeichnun
etwas rein Geistiges, Psychisches zu denken gewohnt ist. Die
schen Empfindungen sind aber ebensowenig als ihrer Natur

für die Fülle des Wirklichen sucht, und mit dem Prinzip der Kontinuität, nach dem jeder neue Gedanke vermittelt ist, an Früheres anknüpft, leuchtet er tief in den biologisch-psychologischen Zusammenhang des geschichtlichen und vorgeschichtlichen menschlichen Werdens, in die Psychologie und Biologie des schaffenden Geistes hinein.

So groß Machs Wirkung schon gewesen ist, sie wird noch größer werden, wenn man ihn erst ganz verstehen wird. Seine Anschauungen haben den großen Vorzug, immer weiterer Entwicklung fähig zu sein, ohne daß an den Hauptpunkten Erhebliches zurückgenommen zu werden brauchte. Gewiß, er ist kein systematischer Kopf; darum ist es nicht ganz leicht, sich von seiner Gedankenwelt einen geordneten Ueberblick zu verschaffen, und so manches Mißverständnis wird hier seinen Grund haben. Dafür besitzen aber seine Schriften einen ganz eigenartigen künstlerischen Reiz in der Mannigfaltigkeit des Stoffes, dem immer wieder das Verbindende, die Einheit in ganz ungewöhnlicher, eigenartiger Weise abgewonnen wird. Ich wüßte zum Beispiel kein Buch, das mit einer so außerordentlichen Weite des Gesichtskreises und einer so ganz ungeheuren Fülle der herangezogenen Tatsachen eine solche Tiefe des Blickes verbände wie „Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung.“ Und die „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen“ sind eine Kette von literarischen Perlen. Darum wird Mach auch in immer steigendem Maße auf die Jugend wirken, wenn erst der Geist, den seine Schriften atmen, in unseren höheren Schulen recht lebendig geworden sein wird. Hier ist die wahre philosophische Propädeutik gelegen, hier der echte humanistische Geist, von dem unser mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht sich durchtränken lassen muß. Hier auch die Verknüpfung mit den sprachlich-historischen Fächern. Die Brücke von Mach zu Goethe läßt sich leicht schlagen.

Darüber hinaus wird aber Mach noch für lange Zeit ein Anfang neuen philosophischen Denkens sein, wie er für die bisherige Philosophie ein Ende ist.

---

# Dichten heißt hören.

## Von S. Meisels. [Nachdruck verboten.]

Inter arma silent Musae. Bei Cicero heißt es anders. In seiner Rede für Milo spricht er von den Gesetzen, die im Waffenlärm schweigen. Inwieweit der Ausspruch Ciceros auch auf unsere vom Waffenlärm durchbrausten Tage paßt, inwiefern dieser (gewiß aus der Erfahrung geschöpfte) Ausspruch mit oder ohne Einschränkung auf unsere sturmbewegte Zeit angewendet werden kann, soll hier unerörtert bleiben; denn das würde nichts anderes als einen Streifzug ins Politische, besonders aber in das Gebiet des stark diskreditierten Völkerrechts bedeuten, in ein Gebiet also, das eigentlich und von Rechts wegen nur den Rechtsgelehrten offen steht. Daß hier auf eine wesentlich andere Erscheinung des Krieges hingewiesen werden soll, beweist eben die Variante, die eingangs dem Satze Ciceros gegeben ist. Und da sei gleich vorweg bemerkt, daß der Satz in dieser Fassung sich im gegenwärtigen Kriege als durchaus falsch erweist. Wohl haben die lieblichen Töchter der Mnemosyne, auf „deren Lippen nie der Strom des rühmenden Gesanges und der süßen Rede“ versiegt, auch im Kriegslärm nie geschwiegen, wohl haben von jeher zwischen Leier und Schwert enggeknüpfte Beziehungen bestanden, und wie unter dem Hufschlag des Pegasus sind stets auch unter den Hufschlägen des Kriegsgottes die begeisternden Quellen entsprungen, — aber selten zuvor haben die Musen das Füllhorn ihrer Gnade in solch reichem Maße auf die Menschenkinder ausgegossen wie in unseren Tagen. Massenhaft, unübersehbar, statistisch kaum zu bewältigen, ist die Zahl der dichterischen „Schöpfungen“, die bisher im Weltkriege erzeugt worden sind und immer noch erzeugt werden. Die Ueberproduktion an dichterischen, besonders an lyrischen Erzeugnissen mag manchen ein Jammer dünken, psychologisch und naturwissenschaftlich muß man sie als naturnotwendige Erscheinung ohne Klage und in stiller Ergebenheit hinnehmen.

Ja, naturwissenschaftlich — anders läßt sich die dichterische Fruchtbarkeit unserer Tage gar nicht erklären. Cesare Lombroso, der Turiner Forscher, der über das dichterische Schaffen sehr subtile Untersuchungen angestellt hat, hat den Nachweis geführt, daß die meisten poetischen Schöpfungen in der heißesten Jahreszeit, so zwischen Juni und Juli, entstehen. Wir leben in der heißesten aller Zeiten, in den Zeiten eines Weltkrieges, und da dürfen wir uns wahrlich nicht wundern, daß die poetische Saat so üppig gedeiht. In solchen Zeiten, da der Sänger mit dem Krieger geht, singen viele, und allen, die singen, ist der Ge-

Nummer 11 13. März 1916

# Der Zeitgeist

Verantwortlicher Redakteur: Fritz Engel, Berlin-Schöneberg

Beiblatt zum „Berliner Tageblatt"

Druck und Verlag: Rudolf Mosse, Berlin

## Ernst Mach.

Von Professor Dr. J. Petzoldt. [Nachdruck verboten.]

Dem im Februar gestorbenen Physiker und Philosophen sei noch dieses Gedenkblatt aus wissenschaftlicher Feder gewidmet.

Die Redaktion des „Zeitgeist".

Wollen wir die wichtigsten Momente des Lebenswerkes dieses bahnbrechenden Geistes in wenigen Zeilen hervorheben, so empfiehlt es sich, zuerst seine Stellung zur Wirklichkeit überhaupt und dann erst im besonderen die zur anorganischen und zur organischen Natur ins Auge zu fassen. Nur wer jenen ersten Punkt ganz ergreift, kann auch die übrigen völlig verstehen. Wie aber die meisten Schriften und Beurteilungen zeigen, die sich mit Mach beschäftigen, wird er im Kern seiner Anschauungen mißverstanden. Das erklärt sich daraus, daß seine Kritiker entweder von erkenntnistheoretisch idealistischer oder von realistischer Seite her kommen, und daß Mach gerade die Irrtümer beider Richtungen überwunden hat. Weder verflüchtigt sich ihm die Welt zur Vorstellung, zu einem subjektiven Empfindungskomplex, zu einem prinzipiell Psychischen, noch zerfällt sie ihm in Materie und Geist und in Leib und Seele. Seine wesentliche und angesichts der Schwierigkeiten dieser Fragen ganz außerordentliche Bedeutung liegt vielmehr darin, daß er uns über alle materialistischen und alle idealistischen Weltanschauungen hinausführt, die Hauptfrage der gesamten bisherigen Philosophie, im besonderen der seit Descartes, beantwortet und damit den Weg zu neuen und noch viel gewaltigeren Problemen öffnet.

Berkeley hat vor zweihundert Jahren mit der Unbefangenheit des Kindes in Fuldas „Talisman" auf einen einfachen Tatbestand hingewiesen, den sich Mach vollständig zu eigen gemacht und nach allen Richtungen hin verfolgt hat. Niemals treten Farben ohne optische Gestalt auf, und umgekehrt niemals solche Formen ohne Farben. Daraus folgt für Mach, daß die farbigen und die räumlichen Qualitäten oder Empfindungen als völlig untrennbar und gleichberechtigt angesehen werden müssen. Der Gedanke, daß die Empfindungen der Farben, Töne usw. in uns entstehen und in den Raum hinaus projiziert werden, ist schon hiermit unmöglich geworden. Der Raum darf also nicht mehr im Sinne Lockes und im Sinne der Naturwissenschaft bis auf Mach hin als primär, die Farbe — und ebenso alle übrigen Empfindungen — als etwas Sekundäres behandelt werden. Der Raum darf aber auch niemals als apriorische Anschauungsform im Sinne Kants gelten, wenn man nicht der Farbe das gleiche a priori einräumt. Und ganz verfehlt und geradezu komisch muß es erscheinen, wenn man, wie es oft zu lesen und zu hören ist, Mach die Auffassung unterschiebt, als schwebten seine Weltelemente, die Empfindungen, frei im Weltall, im Raume, umher. Die räumlichen — und so natürlich auch die zeitlichen — Merkmale der Dinge und aller Erlebnisse sind vielmehr nur Eigenschaften, Empfindungen neben allen anderen, nicht vor ihnen. So setzt sich die ganze Welt einschließlich der aller Seelen nur aus prinzipiell lauter gleichberechtigten Elementen zusammen, die traditionell als Empfindungen bezeichnet werden, unter welcher Bezeichnung man etwas rein Geistiges, Psychisches zu denken gewohnt ist. Die Machschen Empfindungen sind aber ebensowenig als ihrer Natur nach psychisch wie als physisch aufzufassen. Sie sind die für den Menschen erfahrungsmäßig letzten Bausteine, die Elemente der Welt, und erst auf ihrer Grundlage bilden sich die Begriffe der Körperwelt und Geisteswelt. In der ursprünglichen Erfahrung sind diese beiden nicht geschieden; sie entstehen erst durch verschiedene Zusammenfassungen oder Betrachtungsweisen derselben empirischen, jedem als gewissestes Erlebnis gegebenen Grundlage.

Die Elemente oder sogenannten Empfindungen durchweg als etwas Flüchtiges und Nebelhaftes anzusehen, ist nichts als idealistisches Vorurteil. Und als materialistisches Vorurteil ist es zu bezeichnen, wenn man sie als isolierbare, absolute Existenzen denkt. Sie sind niemals synthetische, sondern stets nur analytische Elemente der Welt, nur durch die Beschreibung alles Wirklichen gewonnen. Jedes von ihnen steht in engem oder weiterm funktionellen Zusammenhang mit anderen: die brennendste Rose ist nur im Lichte rot, in der tiefen Dämmerung ist sie schwarz; die Merkmale des elektrischen Stroms findet man nur, wenn zugleich Stellen verschiedener elektrischer Spannung gefunden werden können, wie sich gleiche Winkel im Dreieck nur finden, wenn ihre Gegenseiten auch gleich sind und wie eben schon nach dem Berkeleyschen Satze Form und Farbe im engsten simultanen Zusammenhange stehen. Nicht Atome, nicht die Elektronen sind die erkennungstheoretischen Elemente der Welt, denn sie lassen sich ja noch weiter analysieren: sie haben Volumen, elektrische Ladung, Trägheit, Geschwindigkeit usw., was alles wieder auf eng zusammenhängende sogenannte Empfindungen zurückgeführt werden kann. Erst hier findet der analysierende Verstand, der sich selbst wieder, wie das gesamte Ich, durch tiefdringende Untersuchungen in Empfindungen auflösen läßt, sein natürliches, unüberschreitbares Ziel.

Die Welt der Empfindungen ist nicht etwa eine Scheinwelt, hinter der sich die eigentliche Welt erst verbirgt. Man darf sich da durch die gewiß nicht glückliche Bezeichnung der phänomenologischen Physik, durch die der Physiker Mach seinen Fachgenossen gegenüber seinen Standpunkt kurz umschreiben wollte, nicht irreführen lassen. Die Substanzvorstellung, die die Geschichte der Philosophie bis auf Mach beherrscht hat, findet in seiner Weltanschauung keinen Platz mehr: die metaphysischen Atome, die noch dem großen Physiologen Du Bois-Reymond sein „Ignorabimus" abpreßten, die Kräfte, die Energien usw. sind nur als Arbeitshypothesen und als Hilfsmittel der Beschreibung zulässig, nicht als Benennungen wirklicher Existenzen. Aber ein großer und leider sehr verbreiteter Irrtum ist es, wenn man glaubt, daß die Atome der heutigen Physik im Widerspruch mit Machs Anschauungen stünden. Soweit mit ihnen keine metaphysischen, sondern nur phänomenologische Atome gemeint sind, hat es niemals in der Machschen Absicht gelegen, ihnen die Existenzmöglichkeit abzusprechen: sie existieren hypothetisch genau so wie der Neptun nach Leverriers Berechnung, bevor ihn Galle sah. Die diskontinuierliche Struktur der Körper ist durch die neueste Entwicklung der Physik und physikalischen Chemie sichergestellt; welches Interesse könnte eine so eng an die Tatsachen anknüpfende Anschauung haben, sie zu leugnen? An welcher Stelle soll Mach so etwas gesagt haben? Nichts als Mißverständnis infolge ungenügender Kenntnis seiner Schriften!

Das **experimentum crucis** für jede Weltanschauung ist die Prüfung der Gedanken, die sie sich über die Beziehungen zwischen Psychischem und Physischem macht. Die Lösung dieses Problems ist die wesentlichste Aufgabe der Philosophie seit Descartes. Wie schon angedeutet, ist sie für Mach damit gegeben, daß die Begriffe der Körper- und der Geisteswelt nur durch verschiedene Betrachtung derselben prinzipiell gleichartigen, von Hause aus weder körperlichen noch geistigen Elemente entstehen. Der Großhirnmantel, von dessen Leben unsere geistigen Vorgänge abhängen, besteht aus Farben, Formen usw., d. h. aus Elementen, die zugleich geistiger Natur sind. Und die Art der Abhängigkeit dieser psychischen Erlebnisse von jenen physischen ist dieselbe mathematisch funktionelle, die wir überall innerhalb der Körperwelt antreffen. Die Unabhängigkeit der Körperwelt von unserem Denken ist damit gegeben und der idealistische Irrtum vermieden. Wohl sind Körperwelt und Geisteswelt miteinander aufs engste verflochten und jedes die Funktion des anderen, aber niemals ist beides zusammen, also die ganze Welt, Erzeugnis des einen ihrer Glieder. Wie das Meer nicht rauschen würde, wenn es kein Ohr gäbe, so wäre diese farben- und gestaltenreiche Welt nicht ohne das Auge da. Mit der Feststellung dieser Abhängigkeit sind aber keineswegs die Paare Ton-Ohr und Sehraum-Auge in ihrer unabhängigen Existenz bedroht und die Welt zur Vorstellung geworden. Nur das ist damit gesagt, daß wir selbst ein Stück dieser Welt sind, und daß es daher unlogisch sein würde, einen archimedischen Punkt außerhalb ihrer zu suchen, von dem aus wir sie begrifflich fassen könnten. Es gibt keine absolute Erkenntnis, alle Wahrheit ist nur relativ. „Wir denken: Ort für Ort sind wir im Innern."

Die gewaltigste Wirkung hat Mach bisher auf dem Gebiete der theoretischen Physik gehabt. Seine Kritik der Newtonschen Mechanik schuf hier eine Atmosphäre, in der die Physiker nun schon seit einem Menschenalter atmen. Sie wurden dadurch mehr und mehr von dem Vorurteil frei, daß alles Naturgeschehen in Mechanik aufgelöst werden müsse. Schon 1883, in der ersten Auflage seiner Mechanik, sagt Mach: „Wir können jetzt noch gar nicht wissen, welche von den physikalischen Erscheinungen am tiefsten geht, ob nicht die mechanischen gerade die oberflächlichsten sind." Die Früchte liegen auf der Hand. Das elektromagnetische Weltbild ist an die Stelle des mechanischen getreten, die Relativitätstheorie, die ohne Machs Kritik der Newtonschen Raum-, Zeit- und Bewegungsvorstellungen nicht denkbar ist, hat in einem unerhörten Siegeszuge von wenigen Jahren die Physiker gewonnen, trotzdem ihre begrifflichen Schwierigkeiten die aller früheren Theorien weit übertreffen, und die neueste Fortsetzung dieser Lehre, die sich auch das letzte große Problem, das der Gravitation, unterwirft und so zum ersten Male die ganze Physik in einem einheitlichen Begriffssystem umfaßt, hat begründete Aussicht, nicht nur allen bekannten Tatsachen zu genügen, sondern auch durch neue, jetzt noch hypothetische, bestätigt zu werden.

Machs Anschauungen leiten sich aber nicht nur von der Berkeleyschen Entdeckung her, sondern wurzeln auch in der gewaltigen Erregung, in die die Welt in seiner Jugendzeit durch die Darwinsche Lehre versetzt wurde. Der Gedanke der Entwicklung durchdringt sein ganzes Denken. Bei dem engen Zusammenhang, in dem ihm Leib und Seele stehen, sucht er überall nach den biologischen Bedingungen der geistigen Aeußerungen. Wie Spinoza und Goethe fühlt er sich als Teil der gewaltigen Natur. In seinem eigenen Denken und Forschen erkennt er ihr Schaffen. Der biologisch-psychologischen Entwicklung naturwissenschaftlicher Entdeckungen und technischer Erfindungen nachzugehen, ist ihm innerstes Bedürfnis. So wird er zu einem Historiker ersten Ranges und zu einem unübertroffenen Philosophen der Geschichte der physikalischen Wissenschaften. Seine Darstellungen der Geschichte der Mechanik und der Wärmelehre sind klassische Meisterwerke. Mit den Prinzipien der größten Oekonomie und der Anpassung der Gedanken an die Tatsachen, wonach alle Theorie nach dem einfachsten begrifflichen System

für die Fülle des Wirklichen sucht, und mit dem Prinzip der Kontinuität, nach dem jeder neue Gedanke vermittelt ist, an Früheres anknüpft, leuchtet er tief in den biologisch-psychologischen Zusammenhang des geschichtlichen und vorgeschichtlichen menschlichen Werdens, in die Psychologie und Biologie des schaffenden Geistes hinein.

So groß Machs Wirkung schon gewesen ist, sie wird noch größer werden, wenn man ihn erst ganz verstehen wird. Seine Anschauungen haben den großen Vorzug, immer weiterer Entwicklung fähig zu sein, ohne daß an den Hauptpunkten Erhebliches zurückgenommen zu werden brauchte. Gewiß, er ist kein systematischer Kopf; darum ist es nicht ganz leicht, sich von seiner Gedankenwelt einen geordneten Ueberblick zu verschaffen, und so manches Mißverständnis wird hier seinen Grund haben. Dafür besitzen aber seine Schriften einen ganz eigenartigen künstlerischen Reiz in der Mannigfaltigkeit des Stoffes, dem immer wieder das Verbindende, die Einheit in ganz ungewöhnlicher, eigenartiger Weise abgewonnen wird. Ich wüßte zum Beispiel kein Buch, das mit einer so außerordentlichen Weite des Gesichtskreises und einer so ganz ungeheuren Fülle der herangezogenen Tatsachen eine solche Tiefe des Blickes verbände wie „Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung.“ Und die „Populär-wissenschaftlichen Vorlesungen“ sind eine Kette von literarischen Perlen. Darum wird Mach auch in immer steigendem Maße auf die Jugend wirken, wenn erst der Geist, den seine Schriften atmen, in unseren höheren Schulen recht lebendig geworden sein wird. Hier ist die wahre philosophische Propädeutik gelegen, hier der echte humanistische Geist, von dem unser mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht sich durchtränken lassen muß. Hier auch die Verknüpfung mit den sprachlich-historischen Fächern. Die Brücke von Mach zu Goethe läßt sich leicht schlagen.

Darüber hinaus wird aber Mach noch für lange Zeit ein Anfang neuen philosophischen Denkens sein, wie er für die bisherige Philosophie ein Ende ist.

---

# Dichten heißt hören.

**Von S. Meisels.** [Nachdruck verboten.]

Inter arma silent Musae. Bei Cicero heißt es anders. In seiner Rede für Milo spricht er von den Gesetzen, die im Waffenlärm schweigen. Inwieweit der Ausspruch Ciceros auch auf unsere vom Waffenlärm durchbrausten Tage paßt, inwiefern dieser (gewiß aus der Erfahrung geschöpfte) Ausspruch mit oder ohne Einschränkung auf unsere sturmbewegte Zeit angewendet werden kann, soll hier unerörtert bleiben; denn das würde nichts anderes als einen Streifzug ins Politische, besonders aber in das Gebiet des stark diskreditierten Völkerrechts bedeuten, in ein Gebiet also, das eigentlich und von Rechts wegen nur den Rechtsgelehrten offen steht. Daß hier auf eine wesentlich andere Erscheinung des Krieges hingewiesen werden soll, beweist eben die Variante, die eingangs dem Satze Ciceros gegeben ist. Und da sei gleich vorweg bemerkt, daß der Satz in dieser Fassung sich im gegenwärtigen Kriege als durchaus falsch erweist. Wohl haben die lieblichen Töchter der Mnemosyne, auf „deren Lippen nie der Strom des rühmenden Gesanges und der süßen Rede“ versiegt, auch im Kriegslärm nie geschwiegen, wohl haben von jeher zwischen Leier und Schwert enggeknüpfte Beziehungen bestanden, und wie unter dem Hufschlag des Pegasus sind stets auch unter den Hufschlägen des Kriegsgottes die begeisternden Quellen entsprungen, — aber selten zuvor haben die Musen das Füllhorn ihrer Gnade in solch reichem Maße auf die Menschenkinder ausgegossen wie in unseren Tagen. Massenhaft, unübersehbar, statistisch kaum zu bewältigen, ist die Zahl der dichterischen „Schöpfungen“, die bisher im Weltkriege erzeugt worden sind und immer noch erzeugt werden. Die Ueberproduktion an dichterischen, besonders an lyrischen Erzeugnissen mag manchen ein Jammer dünken, psychologisch und naturwissenschaftlich muß man sie als naturnotwendige Erscheinung ohne Klage und in stiller Ergebenheit hinnehmen.

Ja, naturwissenschaftlich — anders läßt sich die dichterische Fruchtbarkeit unserer Tage gar nicht erklären. Cesare Lombroso, der Turiner Forscher, der über das dichterische Schaffen sehr subtile Untersuchungen angestellt hat, hat den Nachweis geführt, daß die meisten poetischen Schöpfungen in der heißesten Jahreszeit, so zwischen Juni und Juli, entstehen. Wir leben in der heißesten aller Zeiten, in den Zeiten eines Weltkrieges, und da dürfen wir uns wahrlich nicht wundern, daß die poetische Saat so üppig gedeiht. In solchen Zeiten, da der Sänger mit dem Krieger geht, singen viele, und allen, die singen, ist der Gesang gegeben. Legion ist die Zahl derer, die Kriegslieder singen und waffenklirrende Verse schreiben; und der Neid muß es zugestehen, daß alle diese Verse gut sind. Es gibt heute keine schlechten Verse mehr. Ueberall ist der Rhythmus bewegt, der Reim klangvoll, ist Dichtkunst und Scheinpoesie zum Verwechseln ähnlich. Man scheint hinter das Geheimnis gekommen zu sein, aus welchen Bestandteilen ein Kriegsgedicht sich zusammensetzt, und man besitzt die Fähigkeit, die Bestandteile zu verbinden. Die Tatsache, daß man heute keine schlechten Verse mehr schreibt, ist indessen nur insofern bedauerlich, als dadurch zuweilen der Nichtsachverständige an Surrogaten sich genügen läßt. Aber das Unheil ist bei weitem nicht so groß, wie es einige Tempelwächter der Kunst glauben machen möchten. Denn für das Echte und Wahre in der Poesie gab's und gibt's einen untrüglichen Maßstab; ehedem war es das „Sehen“, und im Kriege kam noch das „Hören“ hinzu.

*

Dichten heißt sehen. — Wie die Verkündung einer bisher ungekannten Wahrheit, wie die Offenbarung eines Dichters über das tiefste Geheimnis des innersten Wesens der Dichtkunst ist dieses Wort Henrik Ibsens, das einzige geflügelte Wort des großen Norwegers, in Kurs gesetzt worden. Wenngleich dieser mit echt ibsenschem Lakonismus geprägte Ausspruch sicherlich mehr enthält, als seine knappe Form manchem verrät, so ist er dennoch weit entfernt, das wunderbare Geheimnis des dichterischen Schaffens restlos zu erschließen. Das wahrhaft künstlerische Schaffen, das wir „dichten“ nennen und das uns durch seine Natürlichkeit wie das Wirken der Natur anmutet, kann durch eine noch so treffende Formel nicht definiert werden. Immerhin gibt uns die Art, wie ein Dichter sieht, ein wertvolles Erkennungszeichen für das Wahre und Echte in der Dichtung.

Uebrigens ist der Ibsensche Gedanke, dichten heißt sehen, der in seiner kurzen und bündigen Fassung ursprünglich und neu erscheint, bereits einmal ausgesprochen oder, besser gesagt, bereits einmal gedacht worden. Thomas Carlyle — nebenbei: Heinrich v. Treitschke nennt den Weisen von Chelsea den einzigen Briten, der deutsches Wesen ganz verstanden habe — also Carlyle der Denker, dem die Fähigkeit dichterischen Nachempfindens in hohem Maße zuteil ward, hat gleich Ibsen, aber noch vor ihm, das ganze dichterische Schaffen auf das Sehen zurückgeführt. In seiner dritten Vorlesung über Helden und Heldenverehrung, worin er den Helden als Dichter behandelt, glaubt er das große Geheimnis des dichterischen Schaffens in der Fähigkeit, zu sehen, gefunden zu haben. Wer diese Fähigkeit besitzt, ist ein Dichter — er mag Bücher schreiben oder nicht. Des Dichters Erkennungszeichen ist: daß er durch den Schein der Dinge hindurch in die Dinge selbst hineinsieht. Der Dichter ist ein Seher (in wörtlichem Sinne), einer, der in die Geheimnisse der Welt eindringt, in das, was Goethe das offene Geheimnis nennt. Das offene Geheimnis — offen für alle, aber nur vom Dichter gesehen. Nur das sehende Auge des Dichters erschließt uns die innere Harmonie der Dinge, den musikalischen Gedanken, den die Natur oft in rauhe Verkörperungen eingehüllt hat. Die Größe eines Dichters kann danach bemessen werden, wie weit und wie tief er in die Dinge der Welt sehen kann. Beachtenswert ist die Ansprache, mit der sich Carlyle direkt an den Dichter wendet: „Sieh! Wenn du das nicht kannst, so hat es keinen Zweck, daß du fortfährst, Reime zusammenzuschmieden, Empfindungen zusammenzuklingeln und dich Dichter zu nennen; es gibt keine Hoffnung für dich. Kannst du es, so ist in Prosa oder Versen, im Tun oder Denken die beste Hoffnung für dich.“ Carlyle sagt also dasselbe, was Ibsen, nur sagt Carlyle, der mit Worten nicht besonders kargte, etwas mehr über diesen Gegenstand als Ibsen . . .

Allein der Krieg, der viele ältere Maßstäbe umgestürzt hat, wird auch, wie mir scheint, den an den Dichter angelegten Carlyle-Ibsenschen Maßstab als unzureichend erweisen. Bei den dichterischen Erzeugnissen der Gegenwart und der nächsten Zukunft wird die Ibsensche Maxime als Wertmesser wohl noch mit einigem Nutzen angewandt werden können, aber ihre Geltung wird eine wesentliche Einschränkung erfahren müssen. Denn im Kriege, da gilt es nicht allein den Dingen in ihr inneres Herz zu schauen, da heißt es mit offenen Ohren auf alle Stimmen horchen und alle Töne einfangen, die in den Dingen wohnen. Es ist das Kennzeichen des modernen Krieges, daß er weniger in Bildern als in Tönen spricht; sein Trommelfeuer wirkt auf das Trommelfell mehr als auf den Sehnerv. Wie einst bei der friedlichen Entdeckung der verschiedenen Strahlen das sehende Auge neuen Lichtreflexen sich auftat, so hat der moderne Krieg unser Ohr neuen Schallwellen geöffnet und uns — buchstäblich — Unerhörtes hören lassen. Eine Welt neuer Stimmen, neuer Töne ward uns gegeben, und nur wer sein Ohr einstellen kann auf all diese tausendfachen Geräusche des lebendigsten Lebens und ihre Schallwellen durch Wort, Reim und Rhythmus fortwälzen kann bis in die stillsten Winkel aufhorchender Menschen, nur der allein wird echte Kriegsdichtung schaffen. Heute möchte man zum Dichter sprechen: Höre! Wenn du das nicht kannst, so hat es keinen Zweck, wenn du fortfährst, Reime zusammenzuschmieden, Empfindungen zusammenzuklingeln. Denn — — —

*

Dichten heißt hören. — Wer vom Kriege singt und sagt, muß hören können. Wie einst am Sinai das Volk die Stimmen wie die Fackeln sah (so heißt's im Alten Testament), so muß heute der Dichter selbst die Kriegsfackeln hören können, wenn er uns das Geheimnis des modernen Krieges, seinen innersten Bau, seinen tiefsten Gedanken offenbaren will. Denn diese Fackeln leuchten nicht, sondern sie zischen, brausen, heulen, singen, knacken, krachen — kurzum, sie bringen Geräusche hervor, für die die Sprache noch keine Benennungen besitzt. Und Sache der Dichter ist es, sie in das Wort einzufangen. In Friedenszeiten, als wir noch in Ruhe lebten und den Frieden liebten, das Geräusch mieden und Antilärmvereine gründeten, da durfte der Dichter an der Brandung stehen und dem „Perlenspiel ihres blühenden Schaums“ zusehen; wenn er jedoch heute an der Brandung steht, so muß er ihr schäumendes Getos in allen seinen Höhen und Tiefen vernehmen. Im heutigen Kriege muß der Dichter weniger ein Beobachter und mehr ein Aufhorchender sein; er muß die Stimmen des Krieges auf sich wirken lassen; er muß sozusagen vom Maler sich zum Musiker wandeln. Freilich ist es eine eherne wildbrausende Musik, die er uns bietet, aber — er kann nicht anders, denn der Krieg spielt gar zu rauhe Instrumente. Der Krieg von heute ist frei von jeder Romantik, sein eherner Schritt dröhnt gewaltiger als je zuvor, die Mündungen seiner Geschütze führen eine Sprache, die den einstigen Kriegsdonner tausendfach übertönt; wer heute an der Brandung steht und nicht anders kann als „in Schaumgetos und Flutenwalten Zug auf Zug und Bild um Bild gestalten“, der bietet zumeist nur Kriegsromantik von gestern in einem neuen Gewande.

Die Kriegsdichtung von heute hat einen ganz anderen, hat einen furchtbar ernsten Klang. An diesem Klang kann man sie erkennen, läßt sich ihre Echtheit feststellen. Felix Poppenberg bezeugt von einem gefallenen Dichter, daß er sich mit „klingender Feder“ zum Kampf gestellt. Das ist's. Die Feder muß klingen, nicht schreiben, beschreiben, malen, ausmalen und Töne in Bilder umfälschen. Manches Gedicht von Richard Dehmel ist mit solch klingender Feder geschrieben. Der Mann kann — hören.

---

# Aus K. J. Webers „Lachendem Philosophen“.

(Umfaßt die Jahre 1792—1802.)

**Von Walter Meiberg-Weilshaeuser.** [Nachdruck verboten.]

Die Franzosen sind eine nation bouquetière, die Briten la nation boutiquière. (Nation der Blumen, Nation der Kaufbuden.)

*

Der Engländer fragt nie, was recht oder unrecht, sondern was englisch sei.

*

Was den Athenern die „böotische Sau“ und den Römern der „umbrische Eber“ war, das ist für John Bull der Ire, ein „Kartoffelmaul“, ein „Paddy“. Seine Schotten nennt er „Haferbrotfresser“, die Franzosen „Froschköche“, „Wassersuppenfresser“, „Babbler“ (Schwätzer), „Frenchdog“ (fränkischer Hund), „Damned Dog“ (verfluchter Hund), bei den Deutschen denkt er zunächst an Bratwurst und Sauerkraut, der Italiener ist ein „Monkey“ (Affe), der Holländer ein „holländischer Ochs“.

*

Wenn der Deutsche sechs Gläser fordert und eine Flasche Champagner, so fordert der Brite sechs Flaschen und ein Glas.

*

Wer mag England lieben, in dem nichts poliert ist als der Stahl?

*

Fox schloß einmal eine seiner Parlamentsreden: „Wir haben keine englische Regierung in Indien, wohl aber eine indianische in England.“

Sonderabdruck aus der „Vossischen Zeitung".

# Ernst Mach.

Von
**Josef Popper-Lynkeus.**

Es ist keine Uebertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die so viel Wertvolles in ihren fachwissenschaftlichen Leistungen, eine solche Größe in ihren allgemeinen philosophischen Bestrebungen und zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten, wie **Ernst Mach**.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika und selbst in Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter rapid gesteigert, und obwohl es, namentlich im Gebiete der Philosophie, an Gegnern nicht fehlt, so ist doch selbst in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so markante, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte Mach in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgend einen anderen Autor. Ein weiteres, gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses von Machs Ideen ist die Tatsache, daß Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich eben auf diese Ideen stützten oder die bedeutenden Anregungen hervorhoben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, die „Historische Entwicklung" von Ludo Hartmann u. a.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein zuerst im Jahre 1883 erschienenes und jetzt schon in 7. Auflage vorliegendes Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntnis der Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse und der Kritik ihrer Grundlehren, und zwar zu dem positiven Zweck, alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich hervorzuheben und zu beseitigen.

eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten prinzipiellen Forschungen zu betrachten ist.

Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, „die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen".

Mit der „Mechanik" und der „Analyse der Empfindungen" sind wohl die Hauptrichtungen der kritischen und prinzipiellen Machschen Forschung und zugleich deren hervorragendste Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt einen Begriff von der Vielseitigkeit seiner Arbeiten. In allererster Linie war Mach als Forscher wie als Lehrer: Physiker. Hier bewährte er sich namentlich als Experimentator im Gebiet der Optik und Akustik, als unermüdlicher Aufklärer und Darsteller physikalischer Tatsachen und Theorien sowie als Autor zahlreicher Einzeluntersuchungen in fast allen Kapiteln der Physik. Am bekanntesten im großen Publikum sind seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der ballistischen Aerodynamik; er war in der Tat der erste, dem es gelang, fliegende Projektile nebst den sie umgebenden Luftmassen photographisch zu fixieren.

Dabei publizierte er auch selbständige Werke physikalischen Inhalts, wie jenes über die Helmholtzsche Musiktheorie und das sehr bedeutende: „Prinzipien der Wärmelehre"; dieses letztere Werk zeigt abermals eine unglaubliche Kraft in Klarstellung der Grundbegriffe und bringt zugleich sehr eindringende philosophische Betrachtungen, die weit über das Gebiet bloßer Physik hinausreichen. Von vielen werden die „Prinzipien der Wärmelehre" an Bedeutung der „Mechanik" gleichgestellt. Ein spezielles Gebiet Machs war das historische und didaktische. Hierher gehören nebst den größeren Werken über Mechanik und Wärmelehre auch die kleineren Abhandlungen, wie die „Geschichte der Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit" aus dem Jahre 1872 und die im Jahre 1892 erschienene „Geschichte und Kritik des Carnotschen Wärmegesetzes", welche beiden Aufsätze jeder, der sich für den Energiebegriff interessiert, mit größtem Nutzen lesen wird. Und in den „Populären wissenschaftlichen Vorlesungen", die im Jahre 1896 in der 1., seither in der 5. Auflage erschienen

Sonderabdruck aus der „Vossischen Zeitung".

# Ernst Mach.

Von

**Josef Popper-Lynkeus.**

Es ist keine Uebertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die so viel Wertvolles in ihren fachwissenschaftlichen Leistungen, eine solche Größe in ihren allgemeinen philosophischen Bestrebungen und zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten, wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika und selbst in Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter rapid gesteigert, und obwohl es, namentlich im Gebiete der Philosophie, an Gegnern nicht fehlt, so ist doch selbst in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so markante, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte Mach in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgend einen anderen Autor. Ein weiteres, gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses von Machs Ideen ist die Tatsache, daß Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich eben auf diese Ideen stützten oder die bedeutenden Anregungen hervorheben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, die „Historische Entwicklung" von Ludo Hartmann u. a.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein zuerst im Jahre 1883 erschienenes und jetzt schon in 7. Auflage vorliegendes Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntnis der Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse und der Kritik ihrer Grundlehren, und zwar zu dem positiven Zweck, alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich hervorzuheben und zu beseitigen.

Wer, ohne sich in die Machsche Mechanik besonders zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art zu kritisieren gewinnen will, der braucht bloß seine Untersuchung über die Beweise des Hebelgesetzes zu lesen, eines Gesetzes, das schon in den untersten Klassen gelehrt wird, also sehr allgemein bekannt ist. Diese Kritik sowie jene über den Massenbegriff und die Absolutheit von Raum und Zeit erscheinen mir als die stärksten Partien des Machschen Werkes.

Die „Mechanik" wurde in die Sprachen der meisten zivilisierten Nationen übersetzt, hat alle früheren Werke über Geschichte der Mechanik vollständig verdrängt und gilt sowohl für die Studierenden als für die Fachleute als Standardwerk.

In seinen antimetaphysischen Bestrebungen schritt Mach, während er als Physiker stets in seinem Fache fortarbeitete, immer weiter in das eigentliche philosophische Gebiet und publizierte im Jahre 1885 das Werk: „Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen", das wohl sehr spät zur Wirkung gelangte, so daß erst 14 Jahre später eine zweite, allerdings sehr erweiterte Auflage erscheinen konnte, seither aber in so rascher Weise Beachtung und Verbreitung fand, daß jetzt bereits die 6. Auflagen und Uebersetzungen in mehrere Sprachen vorliegen. Auch diesem geradezu revolutionären Buche liegt die Ansicht zugrunde, „daß alles Metaphysische als müßig und die Oekonomie der Wissenschaft störend, zu eliminieren sei".

Im Jahre 1905 erschien dann „Erkenntnis und Irrtum", welchem Werk eine unglaubliche Fülle von Ideen und kritischen Untersuchungen enthalten und das gewissermaßen als eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten prinzipiellen Forschungen zu betrachten ist.

Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, „die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen".

Mit der „Mechanik" und der „Analyse der Empfindungen" sind wohl die Hauptrichtungen der kritischen und prinzipiellen Machschen Forschung und zugleich deren hervorragendste Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt einen Begriff von der Vielseitigkeit seiner Arbeiten. In allererster Linie war Mach als Forscher wie als Lehrer: Physiker. Hier bewährte er sich namentlich als Experimentator im Gebiet der Optik und Akustik, als unermüdlicher Aufklärer und Darsteller physikalischer Tatsachen und Theorien sowie als Autor zahlreicher Einzeluntersuchungen in fast allen Kapiteln der Physik. Am bekanntesten im großen Publikum sind seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der ballistischen Aerodynamik; er war in der Tat der erste, dem es gelang, fliegende Projektile nebst den sie umgebenden Luftmassen photographisch zu fixieren.

Dabei publizierte er auch selbständige Werke physikalischen Inhalts, wie jenes über die Helmholtzsche Musiktheorie und das sehr bedeutende: „Prinzipien der Wärmelehre"; dieses letztere Werk zeigt abermals eine unglaubliche Kraft in Klarstellung der Grundbegriffe und bringt zugleich sehr eindringende philosophische Betrachtungen, die weit über das Gebiet bloßer Physik hinausreichen. Von vielen werden die „Prinzipien der Wärmelehre" an Bedeutung der „Mechanik" gleichgestellt. Ein spezielles Gebiet Machs war das historische und didaktische. Hierher gehören nebst den größeren Werken über Mechanik und Wärmelehre auch die kleineren Abhandlungen, wie die „Geschichte der Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit" aus dem Jahre 1872 und die im Jahre 1892 erschienene „Geschichte und Kritik des Carnotschen Wärmegesetzes", welche beiden Aufsätze jeder, der sich für den Energiebegriff interessiert, mit größtem Nutzen lesen wird. Und in den „Populären wissenschaftlichen Vorlesungen", die im Jahre 1896 in der 1., seither in der 5. Auflage erschienen, wird ein Ideenreichtum und eine Klarheit über viele Fragen der Naturwissenschaft und Erkenntnistheorie geboten, wie kaum in einem anderen Werk ähnlicher Tendenz, vielleicht nur noch in den populären Vorträgen von Helmholtz.

Weniger allgemein bekannt ist es, daß Mach im Gebiet der Physiologie bedeutende Entdeckungen machte und es auch durch zahlreiche wertvolle Einzeluntersuchungen bereicherte. In erster Reihe steht da die (auch von Josef Breuer) gemachte Entdeckung, daß die „Otolithen", das sind die im Vorhof des Labyrinths befindlichen Hörsteinchen, Gleichgewichtsorgane sind, durch die wir immer wissen, in welcher Lage zur Erde wir uns befinden, also: ob wir im Gleichgewichte sind oder nicht, derart, daß Taubstumme, bei denen dieses Organ zerstört ist, ihr Gleichgewicht nur sehr schwierig behaupten können. Die Bedeutung solcher kleinen festen Körperchen im Organismus wurde, durch Machs Otolithenforschung angeregt, vom Botaniker Haberlandt auch für die Pflanzenwelt konstatiert. Die theoretischen Grundlagen für das Problem der Gleichgewichtsempfindungen und anderer zugehörigen Fragen der Physiologie gab Mach in dem originellen Werke über „Bewegungsempfindungen", das über sehr merkwürdige Experimente und wichtige Konsequenzen derselben berichtet.

Eine ganze Reihe von physiologischen Untersuchungen über die Funktionen des Auges, namentlich der Netzhaut, verdanken wir ebenfalls Mach, namentlich über die Abhängigkeit der Netzhautstellen voneinander, über das Sehen von Lagen und Winkeln durch die Bewegung des Auges, über das Aufrechtsehen der Gegenstände u. a. mehr.

Sehr lebhaft interessierte sich Mach für den Unterricht in den Naturwissenschaften und für viele Bildungsfragen überhaupt. Er verfaßte mehrere Lehrbücher der Physik für Mittelschulen und erfand eine ganze Anzahl von an den meisten Schulen benutzten Apparaten für Vorlesungsversuche — es sei hier nur an die sog. „Machsche Longitudinal-Wellenmaschine" erinnert —, sondern publizierte auch im Jahre 1886 eine sehr geschätzte Abhandlung „Ueber den relativen Bildungswert der philologischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer für höhere Schulen", die jetzt in der Sammlung seiner oben erwähnten populären Vorträge enthalten ist. — Im Verlaufe seines jahrzehntelangen Nachdenkens über die Prinzipien der Wissenschaft entwickelte sich aber Machs Tätigkeit, wie schon gesagt, immer mehr in philosophischer Richtung. Sie begann mit den Studien über die Methoden der rein naturwissenschaftlichen Forschung, erweiterte sich dann zu einer allgemeineren Untersuchung über den Ursprung, den Gang und den Wert der Wissenschaft überhaupt und behandelte mit besonderer Kraft das Thema der Berechtigung und Elimination der Metaphysik. Von den Problemen, die in das rein philosophische Gebiet gehören, behandelte Mach vornehmlich die Probleme von Zeit und Raum, das Verhältnis des Physischen und Psychischen, das Kausalitäts- und das Ich-Problem. Wie sich bei Mach von selbst versteht, stets in nüchterner, klarer, von Geistreichtum, Spitzfindigkeit und bohrendem Scharfsinn freien Art des Argumentierens.

Eine nicht geringe Anzahl seiner erkenntnistheoretischen Resultate ist bei Fachleuten wie bei Laien der Philosophie bereits sozusagen populär und wird in weiten Kreisen als bleibender Gewinn für die Philosophie betrachtet. Jeder Gebildete kennt wohl Machs Prinzip der Oekonomie des Denkens als Wesen aller wissenschaftlichen Methode, die hiernach darin besteht, die Tatsachen auf die einfachste Weise vollständig zu beschreiben, wie das später auch der Physiker Kirchhoff behauptete; ebenso das andere Prinzip, wonach die Wissenschaft durch Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und Anpassung der Gedanken untereinander entsteht.

Das große und vielumstrittene Problem des Unterschiedes zwischen Geistigem und Körperlichem behandelte Mach auf zwei Arten, von denen jede sehr viel für sich hat und die das gleiche fundamentale Resultat ergeben, daß das Physische und Psychische in der Wurzel identisch sind. In der „Analyse der Empfindungen" drückt sich Mach hierüber ungefähr in folgender Weise aus: Die ganze innere und äußere Welt setzt sich aus einer Zahl von heute für uns nicht weiter auflösbaren Elementen, sogenannten Empfindungen, zusammen, aus Farben, Tönen, Wärmen, Drücken, Räumen usw.; wenn man nun auf die Abhängigkeit dieser Elemente voneinander achtet, so nennen wir sie „physisch", wenn aber auf ihre Abhängigkeit von unserem Organismus, so treibt man „Psychologie".

In „Erkenntnis und Irrtum" sagt Mach über dieses Problem folgendes: „Die Gesamtheit des für alle im Raum unmittelbar Vorhandenen mag als das Physische, dagegen das nur einem unmittelbar Gegebene, allen anderen aber nur durch Analogie Erschließbare vorläufig als das Psychische bezeichnet werden. Die Gesamtheit des nur Einem unmittelbar Gegebenen wollen wir auch dessen (engeres) Ich nennen." Von ebenfalls fundamentaler Wichtigkeit ist Machs Elimination des Kausalitätsbegriffs und dessen Ersatz durch den Funktionsbegriff, d. h. durch den der allseitigen Abhängigkeit, und die Aufklärung, daß wir fälschlicherweise gewohnt sind, die auffallenden Abhängigkeiten als eigentliche Ursachen anzusehen. Nicht minder eingreifend ist bei Mach die totale Aufhebung des Substanzbegriffs, mit der sich später Petzoldt in dem Werke „Das Weltproblem" eingehend befaßte. Es ist hier nicht der Platz, auf die eben erwähnten Machschen Problemlösungen näher einzugehen, auch muß ich es mir darum versagen, weil ich in Philosophie kein Fachmann bin. Dennoch möchte ich nicht gerne einige Gedanken über die wichtigsten jener Lösungen unausgesprochen lassen.

Vor allem über die oben erwähnten von Mach so genannten „Elemente" der inneren und äußeren Welt. Es wurde viel gegen diese Bezeichnung polemisiert, und namentlich die Physiker und Chemiker, welche die Atome als letzte (oder vorletzte) Bestandteile der Welt betrachten und sie für den Fortschritt in ihren Disziplinen sehr fruchtbar zu verwenden wissen, wollen die Machschen Elemente, nämlich Farben, Töne, Wärme, Drucke usw., nicht als solche gelten lassen. Die atomistische Auffassung, meinen die meisten Physiker und Chemiker, greife ungleich mehr in die Tiefe unseres Weltverständnisses als die Hervorhebung von Farben, Tönen usw. Allein gerade umgekehrt verhält sich die Sache.

Mach ging in seinem philosophischen Denken in der allergewissenhaftesten Weise vor und sprach nur das aus, was er auf das strengste verantworten konnte. Versuche doch jemand, irgend etwas in unserem Erleben zu bezeichnen, über das er nicht mehr hinausgehen, d. h. das er nicht weiter in einfachere Bestandteile dieser Erlebnisse zerlegen kann. Er wird sehen, daß er über jene Machschen Elemente, die zugleich von jedem anerkannte Tatsachen sind, nicht hinauskommen kann. Wer kann jemand eine Ton- oder Farbenempfindung in weitere Bestandteile zerlegen? Gewiß nicht, er kann sie nicht „erklären", sondern muß sie als Gegebenes anerkennen und dann die ganze komplizierte Welt aus solchen Elementen aufbauen.

Wenn man z. B. ein Atom charakterisieren will, so kann man das nur durch Aufzählung seiner Eigenschaften tun, und diese Eigenschaften sind nichts anderes als eben die Machschen Elemente, respektive Empfindungen. Man spricht von Größe oder Kleinheit, Masse, Bewegung usw. der Atome oder Moleküle, d. h. von Raum-, Druck- und Gesichtsempfindungen, also von den so perhorreszierten „Elementen"; es ist also evident, daß wir den Begriff des Atoms aus ihnen zusammensetzen, ein Atom- oder gar der philosophische Monadenbegriff ist daher ungleich komplizierter als irgendeines der Machschen Elemente.

Die Einführung der Bezeichnung „Elemente" durch Mach wurde so sehr mißverstanden, daß man sie sogar als Beweis dafür benutzen wollte, daß in Machs Lehre metaphysische Bestandteile enthalten seien; ein Vorwurf, der — wenn er begründet wäre — einen um so stärkeren Eindruck machen müßte, als das Hauptbestreben Machs in allen seinen Arbeiten eben dahin zielt, überall alles Metaphysische auszutreiben. Ein Gegner Machs äußert sich folgendermaßen:

„Woher weiß man denn etwas von letzten einfachen Empfindungen? Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant. Entweder sind die Elemente einfach, dann können wir sie nicht unmittelbar wahrnehmen, oder sie verändern sich selbst, so können sie nicht einfach sein . . . Die Empfindungen, sollen sie als „letzte Elemente" des Seelenlebens einen Wert haben, so müssen sie, wie die „letzten Dinge" des Physikers, die Atome und Wirbelringe, definiert werden als etwas, das absolut einfach ist und das wir uns niemals anschaulich vorstellen können. Sie sind also Abstraktionsprodukte und keine Realitäten, und wer solche für real hält, treibt Metaphysik; sie sind also metaphysisch . . ." (Bernhard Hell in „Ernst Machs Philosophie. Eine erkenntniskritische Studie über Wirklichkeit und Wert", S. 28.)

Der Fehler in dieser Einwendung ist nun der, daß sie Machs „Elemente" überhaupt mit den Atomen des Physikers vergleichen will, so daß man jene Elemente ebenso wie die sogenannten Atome mittelst der Abstraktion aus der ganzen Welt der materiellen Vorgänge wie mit einer Pinzette höherer Art herausheben und als ein Präparat höchster Kunst isolieren könnte. Aber jene „Elemente" sollen ja gar nicht bleibende Substanzen, wie etwa die Atome, bedeuten, sondern ein Alphabet aller Erlebnisse (oder alles sogenannten Seienden, das wir eben fühlen) bedeuten; jenes Alphabet, welches wir für unsere Berichterstattung über alle Erlebnisse oder Vorgänge als einfachste Hilfsmittel benützen. Und wenn man genauer hinsieht, so besteht diese Berichterstattung, dieses Referat, diese Weltbeschreibung in der Tat aus nichts anderem als eben aus lauter Kombinationen dieses Alphabets, also aus Kombinationen der Druck-, Farben-, Raum- usw. Empfindungen, wobei selbst die abstraktesten Gedanken ebenfalls nichts anderes als Komplexe solcher Empfindungen sind.

Es ist damit so, wie wenn jemand nach den Elementen der Vorgänge in der Ilias fragen würde. Offenbar sind nur die Buchstaben des Alphabets die Elemente der Darstellung jener Vorgänge (wie auch der Reflexionen des Dichters). Aber die Elemente der Vorgänge selbst sind die Buchstaben des Alphabets gewiß nicht, und es ist eine ganz andere Frage, ob man die einfachsten Bestandteile derselben überhaupt herausfinden kann.

Mach behauptet also mit seiner Aufstellung der „Elemente" nur dies, daß man bei Mitteilung, respektive Beschreibung aller unserer Erlebnisse nicht über jene Elemente hinauskommt. Und da nach Mach alle Wissenschaft in Beschreibung der Tatsachen besteht, so sind jene Elemente als letzte, einfachste Bestandteile der Wissenschaft, als Referat über die erlebte Welt und nicht als letzte Elemente der Welt selbst anzusehen. Ueber das bloße Referat aller unserer Erlebnisse kommen wir, soliderweise, nicht hinaus. Wer aber letzte Elemente der Welt sucht oder gar gefunden zu haben

glaubt, der, und nur der, treibt Metaphysik, d. h. er arbeitet mit unkontrollierbaren Phantasien in scheinbar wissenschaftlichem Gewande.

Man darf daher jene Elemente nicht so sehr als Abstraktionsprodukte, sondern muß sie im Gegenteil als die allerrealsten Bestandteile unserer Weltbeschreibung betrachten und auch nicht entfernt glauben, daß im Wechsel unserer Erlebnisse jene Elemente immer als dieselben Gegenstände, etwa wie die die Welt konstituierenden Atome des Demokrit, stets von neuem auftauchen; nur dieselbe Kategorie in der Beschreibung, dieselbe Bezeichnung der und jener Empfindungskomplexe taucht immer wieder auf, so wie z. B. der Buchstabe α in der Ilias stets von neuem vorkommt, ohne daß man sagen darf, alle α seien ein und dasselbe α. Wenn wir also z. B. die Empfindung „blau" zu verschiedenen Zeiten, bald am blauen Himmel, bald am blauen Saphir oder an einer blauen Blume, gewinnen, so ist doch nicht etwas objektiv „Blaues" als bleibender Gegenstand, als Substanz, in allen diesen Fällen vorhanden, sondern unser Zustand weist immer dieselbe Eigentümlichkeit auf, und das eine Blau ist nicht dasselbe das andere Blau, nur unsere Bezeichnung ist die selbe. Aus diesem allem sieht man wohl, wie gegenstandslos die oben zitierte Einwendung (Hells) ist: „Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant;" sie ist eben durch Verwechslung der gewohnten Vorstellung bleibender Welt-Elemente mit den stets fließenden Welt-Beschreibungs-Elementen entstanden. Man könnte sagen, diese Einwendung berücksichtigt nicht, daß es sich bei Mach nicht, wie bei Demokrit oder Leibniz, um eine statische, sondern um eine dynamische Analyse aller unserer Erlebnisse handelt.

Und überdies sei nochmals, als an das hier Wichtigste, erinnert, daß alle vermeintlichen sogenannten Urbestandteile der Welt, seien es Atome oder Elektronen oder dergleichen, nur als Kombinationen von Empfindungselementen charakterisiert, also analysiert werden können; denn, ohne zu sagen, welcher Raum, welche Geschwindigkeit, welche Masse, eventuell welche Form, welche Schwingungsart ihnen eigen ist, d. h. aus welchen Empfindungselementen diese sogenannten Elemente (Atome oder Elektronen) sich zusammensetzen, wissen wir gar nichts Näheres über sie, sie bleiben für uns leer, und ihre Verwendung für den Aufbau einer Wissenschaft wäre (unmöglich).

In seiner Gewissenhaftigkeit sagt also Mach in seiner Analyse der „Welt" in der Tat nicht mehr aus als das, was er verantworten und was niemand widerlegen kann. Und hieraus ist zu ersehen, wie treffend die Bezeichnung ist, welche W. Jerusalem in seiner „Einführung in die Philosophie" für die Machsche Weltdarstellung wählte, als er sie einen „Monismus des Geschehens" nannte. Mit dieser Grundauffassung hängt aber auch Machs Bestreben zusammen, nicht nur das „Ich" als etwas Bleibendes zu eliminieren, sondern auch die Substanzvorstellung völlig zu überwinden; welche Ueberwindung nach der Ansicht J. Petzoldts das Hauptziel des philosophischen Positivismus und zugleich das Hauptverdienst Machs (und Avenarius) bildet.

Man versteht nun auch, daß, eben von diesem Standpunkte aus, Mach niemals von der Welt als „Erscheinung" im Gegensatz zu einem „Ding an sich" spricht, welches letztere er für eine ganz willkürliche — metaphysische — Annahme hält. Er begnügt sich damit, als wirklicher Positivist, unsere Erlebnisse, aus denen sich uns die Welt zusammensetzt, in reinster Sachlichkeit zu beschreiben, ihre „Elemente" hervorzuheben und ihre Zusammenhänge aufzuweisen. Machs Philosophie ist daher das denkbar keuscheste Referat über die Weltvorgänge, während der sogenannte Systemphilosoph sein Ziel darin findet, uns mitzuteilen, was er, als dieses besondere Individuum, über die Welt als Ganzes phantasiert, worin eben die Schwäche und zugleich die mitunter interessante und im höheren Sinne unterhaltende, in seltenen Fällen auch wissenschaftlich anregende Seite der Metaphysik besteht.

Näher als alle anderen Resultate der Machschen Philosophie berührt sowohl Fachleute als Laien der Philosophie die Auffassung und Auflösung des Ich-Problems, denn das Resultat ist ein vollständiges Verlorengehen unseres Ich, besser gesagt: des Ich unserer gewohnten Auffassung.

Das Ich sei, meint Mach, nur eine vorübergehende Einheit in dem allgemeinen Weltzusammenhang, ein Begriff, der zur Beschreibung gewisser Erfahrungen nützlich ist, und im Grunde „nur die Zusammenfassung der mit Schmerz und Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit", und die Abgrenzung des Ich stelle sich daher instinktiv her; die oben definierten „Elemente" seien das Primäre und nicht das „Ich", denn jene bilden erst das Ich. Das Ich sei unrettbar, und es sei nur Sache der Gewohnheit geworden, den unanalysierten Ich-Komplex als eine unteilbare Einheit zu behandeln.

Diese Annullierung des „Ich" erinnert offenbar an die analoge Grundauffassung des Buddhismus, und wie mir Mach mitteilte, wurde seine Behandlung dieses wohl bedeutendsten aller philosophischen Probleme sogar in Indien selbst zur Agitation für die buddhistische Weltanschauung benutzt, und er fügte hinzu, daß diese seine Ansicht ja nicht neu, sondern schon von David Hume ausgesprochen worden sei. In der Tat hat, wie bekannt, Hume den ebenso berühmten wie berüchtigten Ausspruch getan und auch zu begründen versucht: das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen", was mit Machs „Komplex von Elementen" ziemlich übereinstimmt. Letzterer fand dieses fundamentale Denkresultat ganz selbständig, denn soviel ich unserem seit Jahrzehnten gepflogenen Verkehr entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich-Untersuchung durchgeführt hatte; wie er überhaupt, ähnlich wie Kant, relativ wenig philosophische Literatur kannte und so wie dieser immerwährend die Probleme aus sich und aus ihnen heraus bearbeitete.

Die Machsche Ich-Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft. Ich kenne mehrere dieser polemischen Arbeiten und fand hierbei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten, aber gar nicht bemerkten, daß ihre entgegengesetzte Ich-Auffassung mit mindestens ebenso großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die Machs.

Daß diese jedenfalls wissenschaftlich viel besser fundiert ist als die andere, populäre Auffassung, glaube ich fest, wenn ich auch an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen kann; ich bin aber ebenso fest davon überzeugt, daß das Ich-Problem — geradeso wie das nach der „Bestimmung des Menschen" oder dem Ursprung der Welt — ein unlösbares sei. Und ich möchte dieser meiner Auffassung des Ich-Problems noch einen präziseren — von mir schon an anderen Orten vertretenen — Ausdruck verleihen, indem ich sage:

Wenn es sich darum handelt, von unserem Ich in seiner Vergangenheit zu sprechen, und sei es auch von jenem, das vor nur einem kleinen Bruchteile einer Sekunde existierte, so ist Machs Ansicht absolut richtig. Wollen wir aber unser momentanes Ich, das wir nur fühlen, näher erklären und definieren, so rühren wir an das Weltproblem, d. h. an eine unlösbare Aufgabe.

Praktisch wichtig, sehr interessant und belehrend über die Tragweite gewisser philosophischer (metaphysischer) Streitigkeiten ist die Tatsache, daß die Handlungen und ethischen Gesinnungen der Menschen von diesen Ich-Kontroversen ganz unbeeinflußt bleiben, so daß man aus der philosophischen Ansicht der einzelnen Individuen über das Ich-Problem gar keinen sicheren Schluß auf die Lebensführung derselben ziehen kann. —

Ich erwähnte soeben das Zusammentreffen Machs mit Hume in der Behandlung des Ich-Problems. Ich füge hinzu, daß für meine Auffassung wissenschaftlicher Individualitäten zwischen diesen beiden Denkern überhaupt eine große Aehnlichkeit besteht, und zwar in den Eigenschaften: größter Sachlichkeit, Unabhängigkeit von gewohnten Ansichten, Mut in dem Aussprechen der gewonnenen Denkresultate trotz aller Wahrscheinlichkeit heftiger Gegnerschaft, höchster Klarheit und Einfachheit in der Darstellung dieser Resultate und in ihrer Begründung und ganz besonders in sorgfältigster Vermeidung von Schulausdrücken oder einer selbstgeschaffenen, den Leser hypnotisierenden oder wenigstens betäubenden Terminologie. In der Kürze und Strenge der Definitionen oder der Endresultate der Problemlösungen übertrifft Mach selbst Hume, und in dieser Beziehung finde ich eine Verwandtschaft Machs mit Hobbes. Beide geben uns mitunter Definitionen oder Auffassungen in einer Weise, daß sie uns nicht nur durch ihre Einfachheit, Nüchternheit, Originalität und Kraft der sachlichen Durchdringung überraschen, sondern auch unseren gewohnten Ansichten so widersprechen und sie gewissermaßen geistig degradieren, daß wir, während wir uns an ihnen wegen des Zuwachses unserer Einsichten erfreuen, uns gleichzeitig nahezu ärgern, denn es sieht so aus, als hätte der Autor es ganz gut gewußt, ja, wie namentlich Hobbes, es auch mit Vergnügen beabsichtigt, uns einigermaßen aufzuregen.

Ich erinnere z. B. an die Bezeichnungen Machs der Naturgesetze als getäuschter Erwartung, der „Ursache" als auffallendster unter allen Bedingungen eines Vorgangs u. a. m.

Hume war ein vorzüglicher Geschichtschreiber, Nationalökonom und speziell als Philosoph eine Größe ersten Ranges. Mach war ein vorzüglicher Physiker, Physiologe, Didaktiker und als Philosoph ebenfalls, wie ich mit vielen anderen glaube, eine erste Größe, man merkt das wohl schon aus seinem großen Einfluß auf so viele höchst achtungswerte Fachleute und auf das wissenschaftliche Denken unserer Zeit überhaupt.

Damit sind wir aber der Frage näher gerückt: Inwiefern war Mach überhaupt eine wissenschaftliche Größe?

Was seine Leistungen als Naturforscher betrifft, so muß man wohl Mach als einen höchst verdienstvollen Physiker, sowohl im experimentellen Gebiet als auch, und das besonders in Beziehung auf aufklärende Arbeiten bezeichnen. Durch seine Kritik der Prinzipien und der wichtigsten Theoreme der Mechanik und Wärmelehre hat er den ganzen Anstoß zu der so lebhaften naturwissenschaftlich-erkenntniskritischen Bewegung unserer Zeit gegeben, und das allein macht ihn schon zu einer Größe in der geistigen Welt. Und endlich erhob sich Mach im Laufe seiner Denkarbeit zu allgemeinen philosophischen Leistungen, die von vielen sehr hoch geschätzt und jedenfalls von allen Fachleuten als höchst anregend, originell und sehr einflußreich angesehen werden; nicht wenige sehr kompetente Beurteiler philosophischer Leistungen halten Mach für den ersten Naturphilosophen unserer Zeit. Obwohl also Mach als Fachmann in der Naturforschung nicht so grundlegende Entdeckungen oder Erfindungen aufzuweisen hat, wie etwa Robert Mayer, Helmholtz oder Faraday, so liegt seine nicht geringere Bedeutung als jene dieser Forscher, auf dem erkenntniskritischen Gebiete, in welchem diese ihm gegenüber sämtlich den kürzeren ziehen.

Nur den seltensten Individuen ist es eben gegeben, in fachlicher und zugleich in philosophischer Richtung Großes ersten Ranges hervorzubringen, wie das bei Plato, Aristoteles, Leibniz und etwa Kant, und seither nicht mehr, der Fall war, und es gibt sogar bedeutende Geister, die Aristoteles und Leibniz gar nicht zu den großen, schöpferischen Philosophen zählen wollen.

Ein spezieller Punkt, der sich auf Mach als Physiker bezieht, soll hier nicht übergangen werden, nämlich seine gegnerische Stellung zur Molekulartheorie. Diese Gegnerschaft gegen eine Theorie, die früher noch nicht entfernt auf jene großen Triumphe pochen konnte wie in unseren Tagen, war, wie selbstverständlich, eine sachliche.

Ein Grund zu der mitunter fanatischen Verurteilung dieser Opposition, selbst wenn sie dem Fortschritt der Physik einigermaßen geschadet hätte, ist ebensowenig vorhanden, wie eine solche im Laufe der Entwicklung der Physik in früheren analogen Fällen begründet war.

Derartige Zurückweisungen neuer Theorien kamen ja nicht selten vor, sie bilden bereits einen allgemein bekannten Anekdotenschatz aus dem Gebiete der Wissenschaft, der von solchen Leuten gerne zitiert wird, die selbst dem offenkundigen riesigen Fortschritt der Wissenschaft gegenüber eine hohe pessimistische Weltauffassung zu vertreten glauben, wenn sie wegen solcher Geschichten eine Jammermiene aufsetzen und über die „Schwäche des menschlichen Geistes" klagen.

Einen hierher gehörigen Fall will ich doch besonders hervorheben, weil er drei der größten Geister der Menschheit betrifft. Als Newton seine Theorie, genauer: seine Hypothese, der Wirkung in die Ferne aufstellte, bezeichnete sie Huyghens als „Absurdität", Leibniz desgleichen, und ein Gelehrter schrieb darauf bezüglich an Huyghens: „jener Herr — damit war Newton gemeint — hätte, bevor er sein Werk über Naturphilosophie herausgab, gut getan, sich bei Ihnen Rats zu erholen." Und lange Zeit hindurch schlossen sich doch alle späteren Physiker der Newtonschen Auffassung der Gravitationsvorgänge an, bis vor relativ kurzer Zeit wiederum Newton von Faraday durch dessen Theorie der Nahewirkung der Kräfte umgeworfen wurde; und, was nebenbei bemerkt ist, nach meiner Ueberzeugung ist die Nahewirkungstheorie ebensowenig einwandfrei wie jene der Fernwirkung. Ueber solche Zurückweisung neuer Ansichten seitens großer Männer, über welche Zurückweisungen sich später jeder Mittelschüler gerne lustig macht, muß man, geradeso wie im Gebiete der Kunst gelegentlich ebensolcher Fälle von Opposition seitens großer Autoritäten gegen Neuerungen, ohne alle Parteinahme, eigentlich ohne alle weitere Reflexion, sprechen und sie als Tatsache hinnehmen, ausgenommen man hat eine besondere Freude an Medisance. — Noch ein Wort über die wissenschaftliche Individualität Machs, denn sehr würdig der näheren Betrachtung scheint mir auch seine Arbeits- und Schreibweise zu sein. Was ich einmal von Robert Mayer sagte, nämlich: er sei ein Charakter-Denker gewesen, gilt genau so von Mach. Die meisten Forscher, mit ihren größeren oder geringeren Talenten, besitzen je nachdem: Geist, Scharfsinn, ausgebreitete Kenntnisse oder Kombinationsgabe, welche Eigenschaften ihnen gewissermaßen im Kopfe zu sitzen scheinen, so daß man sagen kann: diese Forscher *haben* diese oder jene Begabung. Bei Individuen wie Robert Mayer, Darwin oder Mach aber denkt man unwillkürlich: sie *sind* etwas, nämlich eine besonders begabte *Natur*, die Resultate ihres Denkens scheinen, so wie sie allmählich zutage treten, nicht ihrem Kopfe, sondern ihrem ganzen Wesen zu entsprießen, ähnlich wie es bei gewissen naiven, innigen Kunstwerken vorkommt. Schon in der Ausdrucksweise und der Darlegung der Arbeiten solcher Denker zeigt sich — nicht der Gelehrte, wie es Tausende gab und noch immer gibt, sondern — eine eigentümliche Individualität, eine Persönlichkeit, von der man nicht sagen kann, sie sei besonders geistreich oder scharfsinnig, sondern einfach, klar, von vollendeter Reinheit und Gewissenhaftigkeit, Forscher: mehr zu ihrer eigenen Befriedigung als zur Produktion und zum Glänzen vor der Welt.

Und zum Schluß einige Mitteilungen über Mach als Privatmann. Ich habe oben auf einige Berührungspunkte Machs mit Hume hingewiesen; ein äußerer Unterschied bestand jedoch zwischen diesen beiden in hohem Grade. David Hume hatte, wie sein einstmaliger Chef, Lord Conway, dessen Sekretär er war, behauptete, eine unvergleichlich häßliche und geistlose — sage: geistlose — Physiognomie, wie sie nicht weiter in der Welt zu finden war, von Mach muß man genau das Gegenteil behaupten:

Wer Mach kannte oder eine gute Photographie von ihm sah — eine ausgezeichnete gibt ... Theodor Beer in dessen schönem Buche: „Die Weltanschauung eines modernen Naturforschers" — bekam den Eindruck einer angenehmen, höchst gutmütigen und dabei geistig energischen Physiognomie; selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftmut und Güte in sich. Ich ging mehr als ein halbes Jahrhundert mit Mach um und konnte ihn in seinem wissenschaftlichen wie in seinem privaten Charakter genau genug beobachten, ich fand, daß er gegen jeden, der ihm in die Nähe kam, ob es ein berühmter, gelehrter oder ein ganz ungebildeter Mann war, stets gleich freundlich und wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede, ihm noch so antipathische Ansicht und vor allem, selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit, von der vollkommensten natürlichen Bescheidenheit. Ich lernte niemals einen Menschen kennen, der in der privaten wie in der öffentlichen Diskussion eine solche Gesittung bewiesen hätte, niemals hielt er sich an oder gegen die Person, stets nur an die Sache, und in seinen Schriften war er in Anerkennung der Leistungen anderer von der höchsten Redlichkeit und Bereitwilligkeit, ja, nach meiner Meinung ging sein lobendes Zitieren fremder Werke mitunter zu weit.

In den mehr als fünfzig Jahren unseres Verkehrs bemerkte ich an ihm nicht ein einziges Mal den geringsten Zug von übler oder gar boshafter Stimmung oder von Rachsucht gegenüber Anfeindungen, deren er wohl genug erfahren hatte; auch sah ich überhaupt nie eine moralische Schwäche oder Unschönheit an ihm; ich hörte nicht ein einziges Mal von ihm selbst ein bescheidenstes Selbstlob. Wie Mach über Bescheidenheit und Fachdünkel dachte und wie sein ganzes Wesen rein und edel war, wird man am besten aus folgendem ersehen.

Vor ungefähr vierzig Jahren fuhren wir mitsammen von Wien nach Graz, und im Kupee sprachen wir davon, wie unsympathisch der Eigendünkel so vieler Fachleute in Wissenschaft wie in Kunst sei; namentlich wenn man bedenkt, wie kompliziert die Welt und das Leben, wie schwierig die Probleme und wie verschwindend klein die allermeisten, selbst sehr verdienstvollen Forscher erscheinen, wenn man ihnen die ganz großen Genies gegenüberstellt. „Als man einst Mozart fragte, wen er für größer halte, Bach oder Händel," fügte ich hinzu, „erklärte er sich für Bach, begann aber seine Rede mit den Worten: ‚Wenn ich überhaupt das Recht habe, dreinzureden.'"

Darauf füllten sich die Augen meines edlen Freundes mit Tränen.

k.k. Reservespital Nr 16 – Hütteldorfer Hauptstrasse 188 Wien
Landwehr Kaserne Abt. Kaufmann
28-IV-1916

Sehr geehrter und lieber Herr Popper! Ich hoffe, daß Sie mir die hier versuchten kleinen Anregungen zu formalen Correcturen Ihres mir sehr sympathischen Aufsatzes verzeihen! Sie wissen, ich bin principiell gegen die Worte „unglaublich", „derselbe", „z.B."; besonders auch dagegen einen Satz mit „und" anzufangen; es berührt mich das so, als wollte man ein Haus auf Klammern stellen. Ich lese auch mit dem Ohr, deshalb stört mich eine Wortfolge wie: als auch und das besonders in Beziehung auf aufklärende etc. Sollten Sie mir aber diese meine Irreverenz übelnehmen, so koennen Sie versichert sein, dass es mir augenblicklich mindestens zehnmal schlechter geht als ich verdiene!

„Und" ich bleibe jedenfalls in größter Reverenz u. stets dankbarster Anerkennung alles dessen, was ich Ihnen verdanke, der ergebene Dr. Fritz Beer

Privat-Exemplar 30

Sonderabdruck aus der „Vossischen Zeitung“.

# Ernst Mach.

Von

Josef Popper-Lynkeus.

Es ist keine Uebertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die so viel Wertvolles in ihren fachwissenschaftlichen Leistungen, eine solche Größe in ihren allgemeinen philosophischen Bestrebungen und zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten, wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika und selbst in Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter rapid gesteigert, und obwohl es, namentlich im Gebiete der Philosophie, an Gegnern nicht fehlt, so ist doch selbst in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so markante, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte Mach in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgendeinen anderen Autor. Ein weiteres, gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses von Machs Ideen ist die Tatsache, daß Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich eben auf diese Ideen stützten oder die bedeutenden Anregungen hervorheben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie“ von Ostwald, das „Weltproblem“ von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart“ von Kleinpeter, die „Historische Entwicklung“ von Ludo Hartmann u. a.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein zuerst im Jahre 1883 erschienenes und jetzt schon in 7. Auflage vorliegendes Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt.“ In diesem Werke verband er die intimste Kenntnis der Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse und der Kritik ihrer Grundlehren, und zwar zu dem positiven Zweck, alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich hervorzuheben und zu beseitigen.

Wer, ohne sich in die Machsche Mechanik besonders zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art zu kritisieren gewinnen will, der braucht bloß seine Untersuchung über die Beweise des Hebelgesetzes zu lesen, eines Gesetzes, das schon in den untersten Klassen gelehrt wird, also sehr allgemein bekannt ist. Diese Kritik sowie jene über den Massenbegriff und die Absolutheit von Raum und Zeit erscheinen mir als die stärksten Partien des Machschen Werkes.

Die „Mechanik“ wurde in die Sprachen der meisten zivilisierten Nationen übersetzt, hat alle früheren Werke über Geschichte der Mechanik vollständig verdrängt und gilt sowohl für die Studierenden als für die Fachleute als Standardwerk.

In seinen antimetaphysischen Bestrebungen schritt Mach, während er als Physiker stets in seinem Fache fortarbeitete, immer weiter in das eigentliche philosophische Gebiet und publizierte im Jahre 1885 das Werk: „Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen“, das wohl sehr spät zur Wirkung gelangte, so daß erst 14 Jahre später eine zweite, allerdings sehr erweiterte Auflage erscheinen konnte, seither aber in so rascher Weise Beachtung und Verbreitung fand, daß jetzt bereits die 6. Auflage und Uebersetzungen in mehrere Sprachen vorliegen. Auch diesem geradezu revolutionären Buche liegt die Ansicht zugrunde, „daß alles Metaphysische als müßig und die Oekonomie der Wissenschaft störend, zu eliminieren sei“.

Im Jahre 1905 erschien dann „Erkenntnis und Irrtum“, in welchem Werke eine unglaubliche Fülle von Ideen und kritischen Untersuchungen enthalten und das gewissermaßen als eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten prinzipiellen Forschungen zu betrachten ist.

Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, „die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen“.

Mit der „Mechanik“ und der „Analyse der Empfindungen“ sind wohl die Hauptrichtungen der kritischen und prinzipiellen Machschen Forschung und zugleich deren hervorragendste Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt einen Begriff von der Vielseitigkeit seiner Arbeiten. In allererster Linie war Mach als Forscher wie als Lehrer: Physiker. Hier bewährte er sich namentlich als Experimentator im Gebiet der Optik und Akustik, als unermüdlicher Aufklärer und Darsteller physikalischer Tatsachen und Theorien sowie als Autor zahlreicher Einzeluntersuchungen in fast allen Kapiteln der Physik. Am bekanntesten im großen Publikum sind seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der ballistischen Aerodynamik; er war in der Tat der erste, dem es gelang, fliegende Projektile nebst den sie umgebenden Luftmassen photographisch zu fixieren.

Dabei publizierte er auch selbständige Werke physikalischen Inhalts, wie jenes über die Helmholtzsche Musiktheorie und das sehr bedeutende: „Prinzipien der Wärmelehre“; dieses letztere Werk zeigt abermals eine unglaubliche Kraft in Klarstellung der Grundbegriffe und bringt zugleich sehr eindringende philosophische Betrachtungen, die weit über das Gebiet bloßer Physik hinausreichen. Von vielen werden die „Prinzipien der Wärmelehre“ an Bedeutung der „Mechanik“ gleichgestellt. Ein spezielles Gebiet Machs war das historische und didaktische. Hierher gehören nebst den größeren Werken über Mechanik und Wärmelehre auch die kleineren Abhandlungen, wie die „Geschichte der Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit“ aus dem Jahre 1872 und die im Jahre 1892 erschienene „Geschichte und Kritik des Carnotschen Wärmegesetzes“, welche beiden Aufsätze jeder, der sich für den Energiebegriff interessiert, mit größtem Nutzen lesen wird. Und in den „Populären wissenschaftlichen Vorlesungen“, die im Jahre 1896 in der 1., seither in der 5. Auflage erschienen, wird ein Ideenreichtum und eine Klarheit über viele Fragen der Naturwissenschaft und Erkenntnistheorie geboten, wie kaum in einem anderen Werk ähnlicher Tendenz, vielleicht nur noch in den populären Vorträgen von Helmholtz.

Weniger allgemein bekannt ist es, daß Mach im Gebiet der Physiologie bedeutende Entdeckungen machte und es auch durch zahlreiche wertvolle Einzeluntersuchungen bereicherte. In erster Reihe steht da die ~~(auch von Josef Breuer) gemachte~~ Entdeckung, daß die „Otolithen“, das sind die im Vorhof des Labyrinths befindlichen Hörsteinchen, Gleichgewichtsorgane sind, durch wir immer wissen, in welcher Lage zur Erde wir uns befinden, also: ob wir im Gleichgewichte sind oder nicht, derart, daß Taubstumme, bei denen dieses Organ zerstört ist, ihr Gleichgewicht nur sehr schwierig behaupten können. Die Bedeutung solcher kleinen festen Körperchen im Organismus wurde, durch Machs Otolithenforschung angeregt, vom Botaniker Haberlandt auch für die Pflanzenwelt konstatiert. Die theoretischen Grundlagen für das Problem der Gleichgewichtsempfindungen und anderer zugehörigen Fragen der Physiologie gab Mach in dem originellen Werke über „Bewegungsempfindungen“, das über sehr merkwürdige Experimente und wichtige Konsequenzen derselben berichtet.

Eine ganze Reihe von physiologischen Untersuchungen über die Funktionen des Auges, namentlich der Netzhaut, verdanken wir ebenfalls Mach, namentlich über die Abhängigkeit der Netzhautstellen voneinander, über das Sehen von Lagen und Winkeln durch die Bewegung des Auges, über das Aufrechtsehen der Gegenstände u. a. mehr.

Sehr lebhaft interessierte sich Mach für den Unterricht in den Naturwissenschaften und für die Bildungsfragen überhaupt. Er verfaßte nicht nur Lehrbücher der Physik für Mittelschulen und erfand eine ganze Anzahl von in den meisten Schulen benutzten Apparaten für Vorlesungsversuche — es sei hier nur an die sog. „Machsche Longitudinal-Wellenmaschine" erinnert —, sondern publizierte auch im Jahre 1886 eine sehr geschätzte Abhandlung „Ueber den relativen Bildungswert der philologischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer für höhere Schulen", die jetzt in der Sammlung seiner oben erwähnten populären Vorträge enthalten ist. — Im Verlaufe seines jahrzehntelangen Nachdenkens über die Prinzipien der Wissenschaft entwickelte sich aber Machs Tätigkeit, wie schon gesagt, immer mehr in philosophischer Richtung. Sie begann mit den Studien über die Methoden der rein naturwissenschaftlichen Forschung, erweiterte sich dann zu einer allgemeineren Untersuchung über den Ursprung, den Gang und den Wert der Wissenschaft überhaupt und behandelte mit besonderer Kraft das Thema der Berechtigung und Elimination der Metaphysik. Von den Problemen, die in das rein philosophische Gebiet gehören, behandelte Mach vornehmlich die Probleme von Zeit und Raum, das Verhältnis des Physischen und Psychischen, das Kausalitäts- und das Ich-Problem. Wie sich bei Mach von selbst versteht, stets in nüchterner, klarer, von Geistreichtum, Spitzfindigkeit und bohrendem Scharfsinn freien Art des Argumentierens.

Eine nicht geringe Anzahl seiner erkenntnistheoretischen Resultate ist bei Fachleuten wie bei Laien der Philosophie bereits sozusagen populär und wird in weiten Kreisen als bleibender Gewinn für die Philosophie betrachtet. Jeder Gebildete kennt wohl Machs Prinzip der Oekonomie des Denkens als Wesen aller wissenschaftlichen Methode, die hiernach darin besteht, die Tatsachen auf die einfachste Weise vollständig zu beschreiben, wie das später auch der Physiker Kirchhoff behauptete; ebenso das andere Prinzip, wonach die Wissenschaft durch Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und Anpassung der Gedanken untereinander entsteht.

Das große und vielumstrittene Problem des Unterschiedes zwischen Geistigem und Körperlichem behandelte Mach auf zwei Arten, von denen jede sehr viel für sich hat und die das gleiche fundamentale Resultat ergeben, daß das Physische und Psychische in der Wurzel identisch sind. In der „Analyse der Empfindungen" drückt sich Mach hierüber ungefähr in folgender Weise aus: Die ganze innere und äußere Welt setzt sich aus einer Zahl von heute für uns nicht weiter auflösbaren Elementen, sogenannten Empfindungen, zusammen, aus Farben, Tönen, Wärmen, Drücken, Räumen usw.; wenn man nun auf die Abhängigkeit dieser Elemente voneinander achtet, so nennen wir sie „physisch", wenn aber auf ihre Abhängigkeit von unserem Organismus, so treibt man „Psychologie".

In „Erkenntnis und Irrtum" sagt Mach über dieses Problem folgendes: „Die Gesamtheit des für alle im Raum unmittelbar Vorhandenen mag als das Physische, dagegen das nur einem unmittelbar Gegebene, allen anderen aber nur durch Analogie Erschließbare vorläufig als das Psychische bezeichnet werden. Die Gesamtheit des nur Einem unmittelbar Gegebenen wollen wir auch dessen (engeres) Ich nennen." Von ebenfalls fundamentaler Wichtigkeit ist Machs Elimination des Kausalitätsbegriffs und dessen Ersatz durch den Funktionsbegriff, d. h. durch den der allseitigen Abhängigkeit, und die Aufklärung, daß wir fälschlicherweise gewohnt sind, die auffallenden Abhängigkeiten als eigentliche Ursachen anzusehen. Nicht minder eingreifend ist bei Mach die totale Aufhebung des Substanzbegriffs, mit der sich später Petzoldt in dem Werke „Das Weltproblem" eingehend befaßte.

Es ist hier nicht der Platz, auf die eben erwähnten Machschen Problemlösungen näher einzugehen, auch muß ich es mir schon darum versagen, weil ich in Philosophie kein Fachmann bin. Dennoch möchte ich nicht gerne einige Gedanken über die wichtigsten jener Lösungen unausgesprochen lassen.

Vor allem über die oben erwähnten von Mach so genannten „Elemente" der inneren und äußeren Welt. Es wurde viel gegen diese Bezeichnung polemisiert, und namentlich die Physiker und Chemiker, welche die Atome als letzte (oder vorletzte) Bestandteile der Welt betrachten und sie für den Fortschritt in ihren Disziplinen sehr fruchtbar zu verwenden wissen, wollen die Machschen Elemente, nämlich Farben, Töne, Wärme, Drucke usw., nicht als solche gelten lassen. Die atomistische Auffassung, meinen die meisten Physiker und Chemiker, greife ungleich mehr in die Tiefe unseres Weltverständnisses als die Hervorhebung von Farben, Tönen usw. Allein gerade umgekehrt verhält sich die Sache.

Mach ging in seinem philosophischen Denken in der allergewissenhaftesten Weise vor und sprach nur das aus, was er auf das strengste verantworten konnte. Versuche doch jemand, irgend etwas in unserem Erleben zu bezeichnen, über das er nicht mehr hinausgehen, d. h. das er nicht weiter in einfachere Bestandteile dieser Erlebnisse zerlegen kann. Er wird sehen, daß er über jene Machschen Elemente, die zugleich von jedem anerkannte Tatsachen sind, nicht hinauskommen kann. Kann jemand eine Ton- oder Farbenempfindung in weitere Bestandteile zerlegen? Gewiß nicht, er kann sie nicht „erklären", sondern muß sie als Gegebenes anerkennen und dann die ganze komplizierte Welt aus solchen Elementen aufbauen.

Wenn man z. B. ein Atom charakterisieren will, so kann man das nur durch Aufzählung seiner Eigenschaften tun, und diese Eigenschaften sind nichts anderes als eben die Machschen Elemente, respektive Empfindungen. Man spricht von Größe oder Kleinheit, Masse, Bewegung usw. der Atome oder Moleküle, d. h. von Raum-, Druck- und Gesichtsempfindungen, also von den so perhorreszierten „Elementen"; es ist also evident, daß wir den Begriff des Atoms aus ihnen zusammensetzen, ein Atom- oder gar der philosophische Monadenbegriff ist daher ungleich komplizierter als irgendeines der Machschen Elemente.

Die Einführung der Bezeichnung „Elemente" durch Mach würde so sehr mißverstanden, daß man sie sogar als Beweis dafür benutzen wollte, daß in Machs Lehre metaphysische Bestandteile enthalten seien; ein Vorwurf, der — wenn er begründet wäre — einen um so stärkeren Eindruck machen müßte, als das Hauptbestreben Machs in allen seinen Arbeiten eben dahin zielt, überall alles Metaphysische auszutreiben. Ein Gegner Machs äußert sich folgendermaßen:

„Woher weiß man denn etwas von letzten einfachen Empfindungen? Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant. Entweder sind die Elemente einfach, dann können wir sie nicht unmittelbar wahrnehmen, oder sie verändern sich selbst, so können sie nicht einfach sein . . . Die Empfindungen, sollen sie als „letzte Elemente" des Seelenlebens einen Wert haben, so müssen sie, wie die „letzten Dinge" des Physikers, die Atome und Wirbelringe, definiert werden als etwas, das absolut einfach ist und das wir uns niemals anschaulich vorstellen können. Sie sind also Abstraktionsprodukte und keine Realitäten, und wer solche für real hält, treibt Metaphysik; sie sind also metaphysisch . . ." (Bernhard Hell in „Ernst Machs Philosophie. Eine erkenntniskritische Studie über Wirklichkeit und Wert", S. 28.)

Der Fehler in dieser Einwendung ist nun der, daß sie Machs „Elemente" überhaupt mit den Atomen des Physikers vergleichen will, so daß man jene Elemente ebenso wie die sogenannten Atome mittelst der Abstraktion aus der ganzen Welt der materiellen Vorgänge wie mit einer Pinzette höherer Art herausheben und als ein Präparat höchster Kunst isolieren könnte. Aber jene „Elemente" sollen ja gar nicht bleibende Substanzen, wie etwa die Atome, bedeuten, sondern ein Alphabet aller Erlebnisse (oder alles sogenannten Seienden, das wir eben fühlen) bedeuten; jenes Alphabet, welches wir für unsere Berichterstattung über alle Erlebnisse oder Vorgänge als einfachste Hilfsmittel benützen. Und wenn man genauer hinsieht, so besteht diese Berichterstattung, dieses Referat, diese Weltbeschreibung in der Tat aus nichts anderem als eben aus lauter Kombinationen dieses Alphabets, also aus Kombinationen der Druck-, Farben-, Raum- usw. Empfindungen, wobei selbst die abstraktesten Gedanken ebenfalls nichts anderes als Komplexe solcher Empfindungen sind.

Es ist damit so, wie wenn jemand nach den Elementen der Vorgänge in der Ilias fragen würde. Offenbar sind nur die Buchstaben des Alphabets die Elemente der Darstellung jener Vorgänge (wie auch der Reflexionen des Dichters). Aber die Elemente der Vorgänge selbst sind die Buchstaben des Alphabets gewiß nicht, und es ist eine ganz andere Frage, ob man die einfachsten Bestandteile derselben überhaupt herausfinden kann.

Mach behauptet also mit seiner Aufstellung der „Elemente" nur dies, daß man bei Mitteilung, respektive Beschreibung aller unserer Erlebnisse nicht über jene Elemente hinauskommt. Und da nach Mach alle Wissenschaft in Beschreibung der Tatsachen besteht, so sind jene Elemente als letzte, einfachste Bestandteile der Wissenschaft, als Referat über die erlebte Welt und nicht als letzte Elemente der Welt selbst anzusehen. Ueber das bloße Referat aller unserer Erlebnisse kommen wir, solider weise, nicht hinaus. Wer aber letzte Elemente der Welt sucht oder gar gefunden zu haben

glaubt, der, und nur der, treibt Metaphysik, d. h. er arbeitet mit unkontrollierbaren Phantasien in scheinbar wissenschaftlichem Gewande.

Man darf daher jene Elemente nicht so sehr als Abstraktionsprodukte, sondern muß sie im Gegenteil als die allerrealsten Bestandteile unserer Weltbeschreibung betrachten und auch nicht entfernt glauben, daß im Wechsel unserer Erlebnisse jene Elemente immer als dieselben Gegenstände, etwa wie die die Welt konstituierenden Atome des Demokrit, stets von neuem auftauchen; nur dieselbe Kategorie in der Beschreibung, dieselbe Bezeichnung der und jener Empfindungskomplexe taucht immer wieder auf, so wie z. B. der Buchstabe α in der Ilias stets von neuem vorkommt, ohne daß man sagen darf, alle α seien ein und dasselbe α. Wenn wir also z. B. die Empfindung „blau" zu verschiedenen Zeiten, bald am blauen Himmel, bald am blauen Saphir oder an einer blauen Blume, gewinnen, so ist doch nicht etwas objektiv „Blaues" als bleibender Gegenstand, als Substanz, in allen diesen Fällen vorhanden, sondern unser Zustand weist immer dieselbe Eigentümlichkeit auf, und das eine Blau ist nicht entfernt das andere Blau, nur unsere Bezeichnung ist dieselbe. Aus diesem allem sieht man wohl, wie gegenstandslos die oben zitierte Einwendung (Hells) ist: „Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant;" sie ist eben durch Verwechslung der gewohnten Vorstellung bleibender Welt-Elemente mit den stets fließenden Welt-Beschreibungs-Elementen entstanden. Man könnte sagen, diese Einwendung berücksichtigt nicht, daß es sich bei Mach nicht, wie bei Demokrit oder Leibniz, um eine statische, sondern um eine dynamische Analyse aller unserer Erlebnisse handelt.

Und überdies sei nochmals, als an das hier Wichtigste, erinnert, daß alle vermeintlichen sogenannten Urbestandteile der Welt, seien es Atome oder Elektronen oder dergleichen, nur als Kombinationen von Empfindungselementen charakterisiert, also analysiert werden können; denn, ohne zu sagen, welcher Raum, welche Geschwindigkeit, welche Masse, eventuell welche Form, welche Schwingungsart ihnen eigen ist, d. h. aus welchen Empfindungselementen diese sogenannten Elemente (Atome oder Elektronen) sich zusammensetzen, wissen wir gar nichts Näheres über sie, sie bleiben für uns leer, und ihre Verwendung für den Aufbau einer Wissenschaft wäre unmöglich.

In seiner Gewissenhaftigkeit sagt also Mach in seiner Analyse der „Welt" in der Tat nicht mehr aus als das, was er verantworten und was niemand widerlegen kann. Und hieraus ist zu ersehen, wie treffend die Bezeichnung ist, welche W. Jerusalem in seiner „Einführung in die Philosophie" für die Machsche Weltdarstellung wählte, als er sie einen „Monismus des Geschehens" nannte. Mit dieser Grundauffassung hängt aber auch Machs Bestreben zusammen, nicht nur das „Ich" als etwas Bleibendes zu eliminieren, sondern auch die Substanzvorstellung völlig zu überwinden; welche Ueberwindung nach der Ansicht J. Petzoldts das Hauptziel des philosophischen Positivismus und zugleich das Hauptverdienst Machs (und Avenarius') bildet.

Man versteht nun auch, daß, eben von diesem Standpunkte aus, Mach niemals von der Welt als „Erscheinung" im Gegensatz zu einem „Ding an sich" spricht, welches letztere er für eine ganz willkürliche — metaphysische — Annahme hält. Er begnügt sich damit, als wirklicher Positivist, unsere Erlebnisse, aus denen sich uns die Welt zusammensetzt, in reinster Sachlichkeit zu beschreiben, ihre „Elemente" hervorzuheben und ihre Zusammenhänge aufzuweisen. Machs Philosophie ist daher das denkbar keuscheste Referat über die Weltvorgänge, während der sogenannte Systemphilosoph sein Ziel darin findet, uns mitzuteilen, was er, als dieses besondere Individuum, über die Welt als Ganzes phantasiert, worin eben die Schwäche und zugleich die mitunter sehr interessante und im höheren Sinne unterhaltende, ja in seltenen Fällen auch wissenschaftlich anregende Seite der Metaphysik besteht.

Näher als alle anderen Resultate der Machschen Philosophie berührt, sowohl Fachleute als Laien der Philosophie, die Auffassung und Auflösung des Ich-Problems, denn das Resultat ist ein vollständiges Verlorengehen unseres Ich, besser gesagt: des Ich unserer gewohnten Auffassung.

Das Ich sei, meint Mach, nur eine vorübergehende Einheit in dem allgemeinen Weltzusammenhang, ein Begriff, der zur Beschreibung gewisser Erfahrungen nützlich ist, und im Grunde „nur die Zusammenfassung der mit Schmerz und Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit", und die Abgrenzung des Ich stelle sich daher instinktiv her; die oben definierten „Elemente" seien das Primäre und nicht das „Ich", denn jene bilden erst das Ich. Das Ich sei unrettbar, und es sei nur Sache der Gewohnheit geworden, den unanalysierten Ich-Komplex als eine unteilbare Einheit zu behandeln.

Diese Annullierung des „Ich" erinnert offenbar an die analoge Grundauffassung des Buddhismus, und wie mir Mach mitteilte, wurde seine Behandlung dieses wohl bedeutendsten aller philosophischen Probleme sogar in Indien selbst zur Agitation für die buddhistische Weltanschauung benutzt, und er fügte hinzu, daß diese seine Ansicht ja nicht neu, sondern schon von David Hume ausgesprochen worden sei. In der Tat hat, wie bekannt, Hume den ebenso berühmten wie berüchtigten Ausspruch getan und auch zu begründen versucht: das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen", was mit Machs „Komplex von Elementen" ziemlich übereinstimmt. Letzterer fand dieses fundamentale Denkresultat ganz selbständig, denn soviel ich unserem seit Jahrzehnten gepflogenen Verkehr entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich-Untersuchung durchgeführt hatte; wie er überhaupt, ähnlich wie Kant, relativ wenig philosophische Literatur kannte und so wie dieser immerwährend die Probleme aus sich und aus ihnen heraus bearbeitete.

Die Machsche Ich-Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft. Ich kenne mehrere dieser polemischen Arbeiten und fand hierbei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten, aber gar nicht bemerkten, daß ihre entgegengesetzte Ich-Auffassung mit mindestens ebenso großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die Machs.

Daß diese jedenfalls wissenschaftlich viel besser fundiert ist als die andere, populäre Auffassung, glaube ich fest, wenn ich auch an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen kann; ich bin aber ebenso fest davon überzeugt, daß das Ich-Problem — geradeso wie das nach der „Bestimmung des Menschen" oder dem Ursprung der Welt — ein unlösbares sei. Und ich möchte dieser meiner Auffassung des Ich-Problems noch einen präziseren — von mir schon an anderen Orten vertretenen — Ausdruck verleihen, indem ich sage:

Wenn es sich darum handelt, von unserem Ich in seiner Vergangenheit zu sprechen, und sei es auch von jenem, das vor nur einem kleinen Bruchteile einer Sekunde existierte, so ist Machs Ansicht absolut richtig. Wollen wir aber unser momentanes Ich, das wir nur fühlen, näher erklären und definieren, so rühren wir an das Weltproblem, d. h. an eine unlösbare Aufgabe.

Praktisch wichtig, sehr interessant und belehrend über die Tragweite gewisser philosophischer (metaphysischer) Streitigkeiten ist die Tatsache, daß die Handlungen und ethischen Gesinnungen der Menschen von diesen Ich-Kontroversen ganz unbeeinflußt bleiben, so daß man aus der philosophischen Ansicht der einzelnen Individuen über das Ich-Problem gar keinen sicheren Schluß auf die Lebensführung derselben ziehen kann. —

Ich erwähnte soeben das Zusammentreffen Machs mit Hume in der Behandlung des Ich-Problems. Ich füge hinzu, daß für meine Auffassung wissenschaftlicher Individualitäten zwischen diesen beiden Denkern überhaupt eine große Aehnlichkeit besteht, und zwar in den Eigenschaften: größter Sachlichkeit, Unabhängigkeit von gewohnten Ansichten, Mut in dem Aussprechen der gewonnenen Denkresultate trotz aller Wahrscheinlichkeit heftiger Gegnerschaft, höchster Klarheit und Einfachheit in der Darstellung dieser Resultate und in ihrer Begründung und ganz besonders in sorgfältigster Vermeidung von Schulausdrücken oder einer selbstgeschaffenen, den Leser hypnotisierenden oder wenigstens betäubenden Terminologie. In der Kürze und Strenge der Definitionen oder der Endresultate der Problemlösungen übertrifft Mach selbst Hume, und in dieser Beziehung finde ich eine Verwandtschaft Machs mit Hobbes. Beide geben uns mitunter Definitionen oder Auffassungen in einer Weise, daß sie uns nicht nur durch ihre Einfachheit, Nüchternheit, Originalität und Kraft der sachlichen Durchdringung überraschen, sondern auch unseren gewohnten Ansichten so widersprechen und sie gewissermaßen geistig degradieren, daß wir, während wir uns an ihnen wegen des Zuwachses unserer Einsichten erfreuen, uns gleichzeitig nahezu ärgern, denn es sieht so aus, als hätte der Autor es ganz gut gewußt, ja, wie namentlich Hobbes, es auch mit Vergnügen beabsichtigt, uns einigermaßen aufzuregen.

Ich erinnere z. B. an die Bezeichnungen Machs der Naturgesetze als ~~getäuschter~~ Erwartung, der „Ursache" als auffallendster unter allen Bedingungen eines Vorgangs u. a. m.

— Einschränkung der

Hume war ein vorzüglicher Geschichtschreiber, Nationalökonom und speziell als Philosoph eine Größe ersten Ranges. Mach war ein vorzüglicher Physiker, Physiologe, Didaktiker und als Philosoph ebenfalls, wie ich mit vielen anderen glaube, eine erste Größe, man merkt das wohl schon aus seinem großen Einfluß auf so viele höchst achtungswerte Fachleute und auf das wissenschaftliche Denken unserer Zeit überhaupt.

Damit sind wir aber der Frage näher gerückt: Inwiefern war Mach überhaupt eine wissenschaftliche Größe?

Was seine Leistungen als Naturforscher betrifft, so muß man wohl Mach als einen höchst verdienstvollen Physiker, sowohl im experimentellen Gebiet als auch, und das besonders, in Beziehung auf aufklärende Arbeiten bezeichnen. Durch seine Kritik der Prinzipien und der wichtigsten Theoreme der Mechanik und Wärmelehre hat er den ganzen Anstoß zu der so lebhaften naturwissenschaftlich-erkenntniskritischen Bewegung unserer Zeit gegeben, und das allein macht ihn schon zu einer Größe in der geistigen Welt. Und endlich erhob sich Mach im Laufe seiner Denkarbeit zu allgemeinen philosophischen Leistungen, die von vielen sehr hoch geschätzt und jedenfalls von allen Fachleuten als höchst anregend, originell und sehr einflußreich angesehen werden; nicht wenige sehr kompetente Beurteiler philosophischer Leistungen halten Mach für den ersten Naturphilosophen unserer Zeit. Obwohl also Mach als Fachmann in der Naturforschung nicht so grundlegende Entdeckungen oder Erfindungen aufzuweisen hat, wie etwa Robert Mayer, Helmholtz oder Faraday, so liegt seine, nicht geringere Bedeutung als jene dieser Forscher, auf dem erkenntniskritischen Gebiete, in welchem diese ihm gegenüber gänzlich den kürzeren ziehen.

Nur den seltensten Individuen ist es eben gegeben, in fachlicher und zugleich in philosophischer Richtung Großes ersten Ranges hervorzubringen, wie das bei Plato, Aristoteles, Leibniz und etwa Kant, und seither nicht mehr, der Fall war, und es gibt sogar bedeutende Geister, die Aristoteles und Leibniz gar nicht zu den großen, schöpferischen Philosophen zählen wollen.

Ein spezieller Punkt, der sich auf Mach als Physiker bezieht, soll hier nicht übergangen werden, nämlich seine gegnerische Stellung zur Molekulartheorie. Diese Gegnerschaft gegen eine Theorie, die früher noch nicht entfernt auf jene großen Triumphe pochen konnte wie in unseren Tagen, war, wie selbstverständlich, eine sachliche.

Ein Grund zu der mitunter fanatischen Verurteilung dieser Opposition, selbst wenn sie dem Fortschritt der Physik einigermaßen geschadet hätte, ist ebensowenig vorhanden, wie eine solche im Laufe der Entwicklung der Physik in früheren analogen Fällen begründet war.

Derartige Zurückweisungen neuer Theorien kamen ja nicht selten vor, sie bilden bereits einen allgemein bekannten Anekdotenschatz aus dem Gebiete der Wissenschaft, der von solchen Leuten gerne zitiert wird, die selbst dem offenkundigen riesigen Fortschritt der Wissenschaft gegenüber eine hohe pessimistische Weltauffassung zu vertreten glauben, wenn sie wegen solcher Geschichten eine Jammermiene aufsetzen und über die „Schwäche des menschlichen Geistes“ klagen.

Einen hierher gehörigen Fall will ich doch besonders hervorheben, weil er drei der größten Geister der Menschheit betrifft. Als Newton seine Theorie, genauer: seine Hypothese, der Wirkung in die Ferne aufstellte, bezeichnete sie Huyghens als „Absurdität“, Leibniz desgleichen, und ein Gelehrter schrieb darauf bezüglich an Huyghens: „jener Herr — damit war Newton gemeint — „hätte, bevor er sein Werk über Naturphilosophie herausgab, gut getan, sich bei Ihnen Rats zu erholen.“ Und lange Zeit hindurch schlossen sich doch alle späteren Physiker der Newtonschen Auffassung der Gravitationsvorgänge an, bis vor relativ kurzer Zeit wiederum Newton von Faraday durch dessen Theorie der Nahewirkung der Kräfte umgeworfen wurde; und, was nebenbei bemerkt sei, nach meiner Ueberzeugung ist die Nahewirkungstheorie ebensowenig einwandfrei wie jene der Fernwirkung. Ueber solche Zurückweisung neuer Ansichten seitens großer Männer, über welche Zurückweisungen sich später jeder Mittelschüler gerne lustig macht, muß man, geradeso wie im Gebiete der Kunst gelegentlich ebensolcher Fälle von Opposition seitens großer Autoritäten gegen Neuerungen, ohne alle Parteinahme, eigentlich ohne alle weitere Reflexion, sprechen und sie als Tatsache hinnehmen, ausgenommen man hat eine besondere Freude an Medisance. — Noch ein Wort über die wissenschaftliche Individualität Machs, denn sehr würdig der näheren Betrachtung scheint mir auch seine Arbeits- und Schreibweise zu sein. Was ich einmal von Robert Mayer sagte, nämlich: er sei ein Charakter-Denker gewesen, gilt genau so von Mach. Die meisten Forscher, mit ihren größeren oder geringeren Talenten, besitzen je nachdem: Geist, Scharfsinn, ausgebreitete Kenntnisse oder Kombinationsgabe, welche Eigenschaften ihnen gewissermaßen im Kopfe zu sitzen scheinen, so daß man sagen kann: diese Forscher haben diese oder jene Begabung. Bei Individuen wie Robert Mayer, Darwin oder Mach aber denkt man unwillkürlich: sie sind etwas, nämlich eine besonders begabte Natur, die Resultate ihres Denkens scheinen, so wie sie allmählich zutage treten, nicht ihrem Kopfe, sondern ihrem ganzen Wesen zu entsprießen, ähnlich wie es bei gewissen naiven, innigen Kunstwerken vorkommt. Schon in der Ausdrucksweise und der Darlegung der Arbeiten solcher Denker zeigt sich — nicht der Gelehrte, wie es Tausende gab und noch immer gibt, sondern — eine eigentümliche Individualität, eine Persönlichkeit, von der man nicht sagen kann, sie sei besonders geistreich oder scharfsinnig, sondern einfach, klar, von vollendeter Reinheit und Gewissenhaftigkeit, Forscher: mehr zu ihrer eigenen Befriedigung als zur Produktion und zum Glänzen vor der Welt.

Und zum Schluß einige Mitteilungen über Mach als Privatmann. Ich habe oben auf einige Berührungspunkte Machs mit Hume hingewiesen; ein äußerer Unterschied bestand jedoch zwischen diesen beiden in hohem Grade. David Hume hatte, wie sein einstmaliger Chef, Lord Conway, dessen Sekretär er war, behauptete, eine unvergleichlich häßliche und geistlose — sage: geistlose — Physiognomie, wie sie nicht weiter in der Welt zu finden war, von Mach muß man genau das Gegenteil behaupten:

Wer Mach kannte oder eine gute Photographie von ihm sah — eine ausgezeichnete gibt es von Theodor Beer in dessen schönem Buche: „Die Weltanschauung eines modernen Naturforschers“ — bekam den Eindruck einer angenehmen, höchst gutmütigen und dabei geistig energischen Physiognomie; selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftmut und Güte in sich. Ich ging mehr als ein halbes Jahrhundert mit Mach um und konnte ihn in seinem wissenschaftlichen wie in seinem privaten Charakter genau genug beobachten, ich fand, daß er gegen jeden, der ihm in die Nähe kam, ob es ein berühmter, gelehrter oder ein ganz ungebildeter Mann war, stets gleich freundlich und wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede, ihm noch so antipathische Ansicht und vor allem, selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit, von der vollkommensten natürlichen Bescheidenheit. Ich lernte niemals einen Menschen kennen, der in der privaten wie in der öffentlichen Diskussion eine solche Gesittung bewiesen hätte, niemals hielt er sich an oder gegen die Person, stets nur an die Sache, und in seinen Schriften war er in Anerkennung der Leistungen anderer von der höchsten Redlichkeit und Bereitwilligkeit, ja, nach meiner Meinung ging sein lobendes Zitieren fremder Werke mitunter zu weit.

In den mehr als fünfzig Jahren unseres Verkehrs bemerkte ich an ihm nicht ein einziges Mal den geringsten Zug von übler oder gar boshafter Stimmung oder von Rachsucht gegenüber Anfeindungen, deren er wohl genug erfahren hatte; auch sah ich überhaupt nie eine moralische Schwäche oder Unschönheit an ihm; ich hörte nicht ein einziges Mal von ihm selbst ein bescheidenstes Selbstlob, und wie Mach über Bescheidenheit und Fachdünkel dachte und wie sein ganzes Wesen rein und edel war, wird man am besten aus folgendem ersehen.

Vor ungefähr vierzig Jahren fuhren wir mitsammen von Wien nach Graz, und im Kupee sprachen wir davon, wie unsympathisch der Eigendünkel so vieler Fachleute in Wissenschaft wie in Kunst sei; namentlich wenn man bedenkt, wie kompliziert die Welt und das Leben, wie schwierig die Probleme und wie verschwindend klein die allermeisten, selbst sehr verdienstvollen Forscher erscheinen, wenn man ihnen die ganz großen Genies gegenüberstellt. „Als man einst Mozart fragte, wen er für größer halte, Bach oder Händel,“ fügte ich hinzu, „erklärte er sich für Bach, begann aber seine Rede mit den Worten: ‚Wenn ich überhaupt das Recht habe, dreinzureden.‘“

Darauf füllten sich die Augen meines edlen Freundes mit Tränen.

Sonderabdruck aus der „Vossischen Zeitung". 1916



# Ernst Mach.

Von

**Josef Popper-Lynkeus.**

Es ist keine Uebertreibung, wenn wir sagen: Ein Mensch erster Ordnung ist von uns gegangen.

In der ganzen neueren Zeit wird man nur sehr wenige Individuen nennen können, die so viel Wertvolles in ihren fachwissenschaftlichen Leistungen, eine solche Größe in ihren allgemeinen philosophischen Bestrebungen und zugleich in ihrem rein menschlichen Charakter aufzuweisen hatten, wie Ernst Mach.

Sein wissenschaftlicher Ruf, nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika und selbst in Japan fest gegründet, hat sich eigentlich erst in seinem Alter rapid gesteigert, und obwohl es, namentlich im Gebiete der Philosophie, an Gegnern nicht fehlt, so ist doch selbst in dieser Sphäre des Denkens seine Bedeutung eine so markante, daß schon seit Jahren nur selten ein philosophisches Werk erscheint, das nicht auf Machs Ansichten, zustimmend oder opponierend, Bezug nimmt. Selbst der Metaphysiker E. v. Hartmann zitierte Mach in einem seiner letzten Werke, das die philosophischen Grundlagen der Physik behandelt, öfter als irgendeinen anderen Autor. Ein weiteres, gewiß nicht bloß äußerliches Zeichen des großen Einflusses von Machs Ideen ist die Tatsache, daß Autoren auf sehr verschiedenen Gebieten ihm ihre Werke widmeten, in denen sie sich eben auf diese Ideen stützten oder die bedeutenden Anregungen hervorheben, die sie ihnen verdanken. Ich nenne hier nur: die „Naturphilosophie" von Ostwald, das „Weltproblem" von Petzoldt, die „Erkenntnistheorie der Naturforschung der Gegenwart" von Kleinpeter, die „Historische Entwicklung" von Ludo Hartmann u. a.

Gegründet hat Mach sein großes Ansehen besonders durch sein zuerst im Jahre 1883 erschienenes und jetzt schon in 7. Auflage vorliegendes Werk: „Die Mechanik in ihrer Entwicklung, historisch-kritisch dargestellt." In diesem Werke verband er die intimste Kenntnis der Leistungen der großen Forscher im Gebiete der Mechanik mit einer bisher unerreichten Kraft der Analyse und der Kritik ihrer Grundlehren, und zwar zu dem positiven Zweck, alles Metaphysische, das in ihnen offen oder versteckt liegt, so gründlich als möglich hervorzuheben und zu beseitigen.

Wer, ohne sich in die Machsche Mechanik besonders zu vertiefen, dennoch eine Vorstellung von seiner Art zu kritisieren gewinnen will, der braucht bloß seine Untersuchung über die Beweise des Hebelgesetzes zu lesen, eines Gesetzes, das schon in den untersten Klassen gelehrt wird, also sehr allgemein bekannt ist. Diese Kritik sowie jene über den Massenbegriff und die Absolutheit von Raum und Zeit erscheinen mir als die stärksten Partien des Machschen Werkes.

Die „Mechanik" wurde in die Sprachen der meisten zivilisierten Nationen übersetzt, hat alle früheren Werke über Geschichte der Mechanik vollständig verdrängt und gilt sowohl für die Studierenden als für die Fachleute als Standardwerk.

In seinen antimetaphysischen Bestrebungen schritt Mach, während er als Physiker stets in seinem Fache fortarbeitete, immer weiter in das eigentliche philosophische Gebiet und publizierte im Jahre 1885 das Werk: „Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen", das wohl sehr spät zur Wirkung gelangte, so daß erst 14 Jahre später eine zweite, allerdings sehr erweiterte Auflage erscheinen konnte, seither aber in so rascher Weise Beachtung und Verbreitung fand, daß jetzt bereits die 6. Auflage und Uebersetzungen in mehrere Sprachen vorliegen. Auch diesem geradezu revolutionären Buche liegt die Ansicht zugrunde, „daß alles Metaphysische als müßig und die Oekonomie der Wissenschaft störend, zu eliminieren sei".

Im Jahre 1905 erschien dann „Erkenntnis und Irrtum", in welchem Werke eine unglaubliche Fülle von Ideen und kritischen Untersuchungen enthalten und das gewissermaßen als eine sehr verstärkte Durchführung der in den früheren Werken niedergelegten prinzipiellen Forschungen zu betrachten ist.

Den Grundgedanken dieses Buches definiert der Autor als den Versuch, „die Psychologie der Forschung nach Möglichkeit auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen".

Mit der „Mechanik" und der „Analyse der Empfindungen" sind wohl die Hauptrichtungen der kritischen und prinzipiellen Machschen Forschung und zugleich deren hervorragendste Leistungen bezeichnet, allein sie geben doch noch nicht entfernt einen Begriff von der Vielseitigkeit seiner Arbeiten. In allererster Linie war Mach als Forscher wie als Lehrer: Physiker. Hier bewährte er sich namentlich als Experimentator im Gebiet der Optik und Akustik, als unermüdlicher Aufklärer und Darsteller physikalischer Tatsachen und Theorien sowie als Autor zahlreicher Einzeluntersuchungen in fast allen Kapiteln der Physik. Am bekanntesten im großen Publikum sind seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der ballistischen Aerodynamik; er war in der Tat der erste, dem es gelang, fliegende Projektile nebst den sie umgebenden Luftmassen photographisch zu fixieren.

Dabei publizierte er auch selbständige Werke physikalischen Inhalts, wie jenes über die Helmholtzsche Musiktheorie und das sehr bedeutende: „Prinzipien der Wärmelehre"; dieses letztere Werk zeigt abermals eine unglaubliche Kraft in Klarstellung der Grundbegriffe und bringt zugleich sehr eindringende philosophische Betrachtungen, die weit über das Gebiet bloßer Physik hinausreichen. Von vielen werden die „Prinzipien der Wärmelehre" an Bedeutung der „Mechanik" gleichgestellt. Ein spezielles Gebiet Machs war das historische und didaktische. Hierher gehören nebst den größeren Werken über Mechanik und Wärmelehre auch die kleineren Abhandlungen, wie die „Geschichte der Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit" aus dem Jahre 1872 und die im Jahre 1892 erschienene „Geschichte und Kritik des Carnotschen Wärmegesetzes", welche beiden Aufsätze jeder, der sich für den Energiebegriff interessiert, mit größtem Nutzen lesen wird. Und in den „Populären wissenschaftlichen Vorlesungen", die im Jahre 1896 in der 1., seither in der 5. Auflage erschienen, wird ein Ideenreichtum und eine Klarheit über viele Fragen der Naturwissenschaft und Erkenntnistheorie geboten, wie kaum in einem anderen Werk ähnlicher Tendenz, vielleicht nur noch in den populären Vorträgen von Helmholtz.

Weniger allgemein bekannt ist es, daß Mach im Gebiet der Physiologie bedeutende Entdeckungen machte und es auch durch zahlreiche wertvolle Einzeluntersuchungen bereicherte. In erster Reihe steht da die (auch von Josef Breuer) gemachte Entdeckung, daß die „Otolithen", das sind die im Vorhof des Labyrinths befindlichen Hörsteinchen, Gleichgewichtsorgane sind, durch wir immer wissen, in welcher Lage zur Erde wir uns befinden, also: ob wir im Gleichgewichte sind oder nicht, derart, daß Taubstumme, bei denen dieses Organ zerstört ist, ihr Gleichgewicht nur sehr schwierig behaupten können. Die Bedeutung solcher kleinen festen Körperchen im Organismus wurde, durch Machs Otolithenforschung angeregt, vom Botaniker Haberlandt auch für die Pflanzenwelt konstatiert. Die theoretischen Grundlagen für das Problem der Gleichgewichtsempfindungen und anderer zugehörigen Fragen der Physiologie gab Mach in dem originellen Werke über „Bewegungsempfindungen", das über sehr merkwürdige Experimente und wichtige Konsequenzen derselben berichtet.

Eine ganze Reihe von physiologischen Untersuchungen über die Funktionen des Auges, namentlich der Netzhaut, verdanken wir ebenfalls Mach, namentlich über die Abhängigkeit der Netzhautstellen voneinander, über das Sehen von Lagen und Winkeln durch die Bewegung des Auges, über das Aufrechtsehen der Gegenstände u. a. mehr.

Sehr lebhaft interessierte sich Mach für den Unterricht in den Naturwissenschaften und für die Bildungsfragen überhaupt. Er verfaßte nicht nur Lehrbücher der Physik für Mittelschulen und erfand eine ganze Anzahl von in den meisten Schulen benutzten Apparaten für Vorlesungsversuche — es sei hier nur an die sog. „Machsche Longitudinal-Wellenmaschine“ erinnert —, sondern publizierte auch im Jahre 1886 eine sehr geschätzte Abhandlung „Ueber den relativen Bildungswert der philologischen und mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer für höhere Schulen“, die jetzt in der Sammlung seiner oben erwähnten populären Vorträge enthalten ist. — Im Verlaufe seines jahrzehntelangen Nachdenkens über die Prinzipien der Wissenschaft entwickelte sich aber Machs Tätigkeit, wie schon gesagt, immer mehr in *philosophischer* Richtung. Sie begann mit den Studien über die Methoden der rein naturwissenschaftlichen Forschung, erweiterte sich dann zu einer allgemeineren Untersuchung über den Ursprung, den Gang und den Wert der Wissenschaft überhaupt und behandelte mit besonderer Kraft das Thema der Berechtigung und Elimination der Metaphysik. Von den Problemen, die in das rein philosophische Gebiet gehören, behandelte Mach vornehmlich die Probleme von Zeit und Raum, das Verhältnis des Physischen und Psychischen, das Kausalitäts- und das Ich-Problem. Wie sich bei Mach von selbst versteht, stets in nüchterner, klarer, von Geistreichtum, Spitzfindigkeit und bohrendem Scharfsinn freien Art des Argumentierens.

Eine nicht geringe Anzahl seiner erkenntnistheoretischen Resultate ist bei Fachleuten wie bei Laien der Philosophie bereits sozusagen populär und wird in weiten Kreisen als bleibender Gewinn für die Philosophie betrachtet. Jeder Gebildete kennt wohl Machs Prinzip der Oekonomie des Denkens als Wesen aller wissenschaftlichen Methode, die hiernach darin besteht, die Tatsachen auf die einfachste Weise vollständig zu beschreiben, wie das später auch der Physiker Kirchhoff behauptete; ebenso das andere Prinzip, wonach die Wissenschaft durch Anpassung der Gedanken an die Tatsachen und Anpassung der Gedanken untereinander entsteht.

Das große und vielumstrittene Problem des Unterschiedes zwischen Geistigem und Körperlichem behandelte Mach auf zwei Arten, von denen jede sehr viel für sich hat und die das gleiche fundamentale Resultat ergeben, daß das Physische und Psychische in der Wurzel identisch sind. In der „Analyse der Empfindungen“ drückt sich Mach hierüber ungefähr in folgender Weise aus: Die ganze innere und äußere Welt setzt sich aus einer Zahl von heute für uns nicht weiter auflösbaren *Elementen*, sogenannten Empfindungen, zusammen, aus Farben, Tönen, Wärmen, Drücken, Räumen usw.; wenn man nun auf die Abhängigkeit dieser Elemente *voneinander* achtet, so nennen wir sie „physisch“, wenn aber auf ihre Abhängigkeit von unserem Organismus, so treibt man „Psychologie“.

In „Erkenntnis und Irrtum“ sagt Mach über dieses Problem folgendes: „Die Gesamtheit des für *alle* im Raum unmittelbar Vorhandenen mag als das Physische, dagegen das nur *einem* unmittelbar Gegebene, allen anderen aber nur durch Analogie Erschließbare vorläufig als das Psychische bezeichnet werden. Die Gesamtheit des nur Einem unmittelbar Gegebenen wollen wir auch dessen (engeres) *Ich* nennen.“ Von ebenfalls fundamentaler Wichtigkeit ist Machs Elimination des *Kausalitäts*begriffs und dessen Ersatz durch den Funktionsbegriff, d. h. durch den der allseitigen Abhängigkeit, und die Aufklärung, daß wir fälschlicherweise gewohnt sind, die auffallenden Abhängigkeiten als eigentliche Ursachen anzusehen. Nicht minder eingreifend ist bei Mach die totale Aufhebung des *Substanz*begriffs, mit der sich später Petzoldt in dem Werke „Das Weltproblem“ eingehend befaßte.

Es ist hier nicht der Platz, auf die eben erwähnten Machschen Problemlösungen näher einzugehen, auch muß ich es mir schon darum versagen, weil ich in Philosophie kein Fachmann bin. Dennoch möchte ich nicht gerne einige Gedanken über die wichtigsten jener Lösungen unausgesprochen lassen.

Vor allem über die oben erwähnten von Mach so genannten „Elemente“ der inneren und äußeren Welt. Es wurde viel gegen diese Bezeichnung polemisiert, und namentlich die Physiker und Chemiker, welche die Atome als letzte (oder vorletzte) Bestandteile der Welt betrachten und sie für den Fortschritt in ihren Disziplinen sehr fruchtbar zu verwenden wissen, wollen die Machschen Elemente, nämlich Farben, Töne, Wärme, Drucke usw., nicht als solche gelten lassen. Die atomistische Auffassung, meinen die meisten Physiker und Chemiker, greife ungleich mehr in die Tiefe unseres Weltverständnisses als die Hervorhebung von Farben, Tönen usw. Allein gerade *umgekehrt* verhält sich die Sache.

Mach ging in seinem philosophischen Denken in der allergewissenhaftesten Weise vor und sprach nur das aus, was er auf das strengste verantworten konnte. Versuche doch jemand, irgend etwas in unserem Erleben zu bezeichnen, über das er nicht mehr hinausgehen, d. h. das er nicht weiter in einfachere Bestandteile dieser Erlebnisse zerlegen kann. Er wird sehen, daß er über jene Machschen Elemente, *die zugleich von jedem anerkannte Tatsachen sind*, nicht hinauskommen kann. Kann jemand eine Ton- oder Farbenempfindung in weitere Bestandteile zerlegen? Gewiß nicht, er kann sie nicht „erklären“, sondern muß sie als Gegebenes anerkennen und dann die ganze komplizierte Welt aus solchen Elementen aufbauen.

Wenn man z. B. ein Atom charakterisieren will, so kann man das nur durch Aufzählung seiner Eigenschaften tun, und diese Eigenschaften sind nichts anderes als eben die Machschen Elemente, respektive Empfindungen. Man spricht von Größe oder Kleinheit, Masse, Bewegung usw. der Atome oder Moleküle, d. h. von Raum-, Druck- und Gesichtsempfindungen, also von den so perhorreszierten „Elementen“; es ist also evident, daß wir den Begriff des Atoms aus ihnen zusammensetzen, ein Atom- oder gar der philosophische Monadenbegriff ist daher ungleich komplizierter als irgendeines der Machschen Elemente.

Die Einführung der Bezeichnung „Elemente“ durch Mach wurde so sehr mißverstanden, daß man sie sogar als Beweis dafür benutzen wollte, daß in Machs Lehre metaphysische Bestandteile enthalten seien; ein Vorwurf, der — wenn er begründet wäre — einen um so stärkeren Eindruck machen müßte, als das Hauptbestreben Machs in allen seinen Arbeiten eben dahin zielt, überall alles Metaphysische auszutreiben. Ein Gegner Machs äußert sich folgendermaßen:

„Woher weiß man denn etwas von letzten einfachen Empfindungen? Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant. Entweder sind die Elemente einfach, dann können wir sie nicht unmittelbar wahrnehmen, oder sie verändern sich selbst, so können sie nicht einfach sein . . . Die Empfindungen, sollen sie als „letzte Elemente“ des Seelenlebens einen Wert haben, so müssen sie, wie die „letzten Dinge“ des Physikers, die Atome und Wirbelringe, definiert werden als etwas, das absolut *einfach* ist und das wir uns niemals anschaulich vorstellen können. Sie sind also *Abstraktionsprodukte* und keine Realitäten, und wer solche für real hält, treibt *Metaphysik*; sie sind also metaphysisch . . .“ (Bernhard Hell in „Ernst Machs Philosophie. Eine erkenntniskritische Studie über Wirklichkeit und Wert“, S. 28.)

Der Fehler in dieser Einwendung ist nun der, daß sie Machs „Elemente“ überhaupt mit den Atomen des Physikers vergleichen will, so daß man jene Elemente ebenso wie die sogenannten Atome mittelst der Abstraktion aus der ganzen Welt der materiellen Vorgänge wie mit einer Pinzette höherer Art herausheben und als ein Präparat höchster Kunst isolieren könnte. Aber jene „Elemente“ sollen ja gar nicht bleibende Substanzen, wie etwa die Atome, bedeuten, sondern ein *Alphabet aller Erlebnisse* (oder alles sogenannten Seienden, das wir eben fühlen) bedeuten; jenes Alphabet, welches wir für unsere *Berichterstattung* über alle Erlebnisse oder Vorgänge als einfachste Hilfsmittel benützen. Und wenn man genauer hinsieht, so besteht diese Berichterstattung, dieses Referat, diese Weltbeschreibung in der Tat aus nichts anderem als eben aus lauter Kombinationen dieses Alphabets, also aus Kombinationen der Druck-, Farben-, Raum- usw. Empfindungen, wobei selbst die abstraktesten Gedanken ebenfalls nichts anderes als Komplexe solcher Empfindungen sind.

Es ist damit so, wie wenn jemand nach den Elementen der Vorgänge in der Ilias fragen würde. Offenbar sind nur die Buchstaben des Alphabets die Elemente der *Darstellung* jener Vorgänge (wie auch der Reflexionen des Dichters). Aber die Elemente der Vorgänge selbst sind die Buchstaben des Alphabets gewiß nicht, und es ist eine ganz andere Frage, ob man die einfachsten Bestandteile derselben überhaupt herausfinden kann.

Das ist aber für *alle* unsere Erlebnisse ganz wohl möglich, wenn wir, nach Mach's Theorie, auf die von ihm sogenannten „Elemente“, wie sie oben definiert wurden, achten. Dieselben bilden nicht nur ein Alphabet unserer *Beschreibung* der Erlebnisse, sondern sind zugleich das Alphabet der Erlebnisse selbst.

Mach behauptet also mit seiner Aufstellung der Elemente nur dies, daß man bei Mitteilung, also Beschreibung, unserer Erfahrungen nicht über jene Elemente hinauskommt. Solche Erlebnisse aber, die alphabetlos sind, eignen sich überhaupt nicht für Mitteilung von Mensch zu Mensch, und hieher gehören die meisten Empfindungen (Erlebnisse), die sich innerhalb unserer Haut abspielen.

Da nach Mach alle Wissenschaft in geordneter Beschreibung der erlebten Tatsachen besteht, so sind jene Elemente als *einfachste* — nicht als *letzte* — Bestandteile der Wissenschaft, als des *Referats* über die erlebte Welt, anzusehen. Ueber das Referat unserer Erlebnisse kommen wir aber soliderweise nicht hinaus. Wer „letzte“, d. i. unwahrnehmbare und bleibende Elemente, sogenannte Urelemente, der Welt sucht oder sogar gefunden zu haben

glaubt, der, und nur der, treibt Metaphysik, d. h. er arbeitet mit unkontrollierbaren Phantasien in scheinbar wissenschaftlichem Gewande.

Man darf daher jene Elemente nicht so sehr als Abstraktionsprodukte, sondern muß sie im Gegenteil als die allerrealsten Bestandteile unserer Weltbeschreibung betrachten und auch nicht entfernt glauben, daß im Wechsel unserer Erlebnisse jene Elemente immer als dieselben Gegenstände, etwa wie die die Welt konstituierenden Atome des Demokrit, stets von neuem auftauchen; nur dieselbe Kategorie in der Beschreibung, dieselbe Bezeichnung der und jener Empfindungskomplexe taucht immer wieder auf, so wie z. B. der Buchstabe α in der Ilias stets von neuem vorkommt, ohne daß man sagen darf, alle α seien ein und dasselbe α. Wenn wir also z. B. die Empfindung „blau“ zu verschiedenen Zeiten, bald am blauen Himmel, bald am blauen Saphir oder an einer blauen Blume, gewinnen, so ist doch nicht etwas objektiv „Blaues“ als bleibender Gegenstand, als Substanz, in allen diesen Fällen vorhanden, sondern unser Zustand weist immer dieselbe Eigentümlichkeit auf, und das eine Blau ist nicht entfernt das andere Blau, nur unsere Bezeichnung ist dieselbe. Aus diesem allem sieht man wohl, wie gegenstandslos die oben zitierte Einwendung (Hells) ist: „Keine einzige unserer Empfindungen bleibt auch nur einen Augenblick konstant;“ sie ist eben durch Verwechslung der gewohnten Vorstellung bleibender Welt-Elemente mit den stets fließenden Welt-Beschreibungs-Elementen entstanden. Man könnte sagen, diese Einwendung berücksichtigt nicht, daß es sich bei Mach nicht, wie bei Demokrit oder Leibniz, um eine statische, sondern um eine dynamische Analyse aller unserer Erlebnisse handelt.

Und überdies sei nochmals, als an das hier Wichtigste, erinnert, daß alle vermeintlichen sogenannten Urbestandteile der Welt, seien es Atome oder Elektronen oder dergleichen, nur als Kombinationen von Empfindungselementen charakterisiert, also analysiert werden können; denn, ohne zu sagen, welcher Raum, welche Geschwindigkeit, welche Masse, eventuell welche Form, welche Schwingungsart ihnen eigen ist, d. h. aus welchen Empfindungselementen diese sogenannten Elemente (Atome oder Elektronen) sich zusammensetzen, wissen wir gar nichts Näheres über sie, sie bleiben für uns leer, und ihre Verwendung für den Aufbau einer Wissenschaft wäre unmöglich.

In seiner Gewissenhaftigkeit sagt also Mach in seiner Analyse der „Welt“ in der Tat nicht mehr aus als das, was er verantworten und was niemand widerlegen kann. Und hieraus ist zu ersehen, wie treffend die Bezeichnung ist, welche W. Jerusalem in seiner „Einführung in die Philosophie“ für die Machsche Weltdarstellung wählte, als er sie einen „Monismus des Geschehens“ nannte. Mit dieser Grundauffassung hängt aber auch Machs Bestreben zusammen, nicht nur das „Ich“ als etwas Bleibendes zu eliminieren, sondern auch die Substanzvorstellung völlig zu überwinden; welche Ueberwindung nach der Ansicht J. Petzoldts das Hauptziel des philosophischen Positivismus und zugleich das Hauptverdienst Machs (und Avenarius') bildet.

Man versteht nun auch, daß, eben von diesem Standpunkte aus, Mach niemals von der Welt als „Erscheinung“ im Gegensatz zu einem „Ding an sich“ spricht, welches letztere er für eine ganz willkürliche — metaphysische — Annahme hält. Er begnügt sich damit, als wirklicher Positivist, unsere Erlebnisse, aus denen sich uns die Welt zusammensetzt, in reinster Sachlichkeit zu beschreiben, ihre „Elemente“ hervorzuheben und ihre Zusammenhänge aufzuweisen. Machs Philosophie ist daher das denkbar keuscheste Referat über die Weltvorgänge, während der sogenannte Systemphilosoph sein Ziel darin findet, uns mitzuteilen, was er, als dieses besondere Individuum, über die Welt als Ganzes phantasiert, worin eben die Schwäche und zugleich die mitunter sehr interessante und im höheren Sinne unterhaltende, ja in seltenen Fällen auch wissenschaftlich anregende Seite der Metaphysik besteht.

Näher als alle anderen Resultate der Machschen Philosophie berührt, sowohl Fachleute als Laien der Philosophie, die Auffassung und Auflösung des Ich-Problems, denn das Resultat ist ein vollständiges Verlorengehen unseres Ich, besser gesagt: des Ich unserer gewohnten Auffassung.

Das Ich sei, meint Mach, nur eine vorübergehende Einheit in dem allgemeinen Weltzusammenhang, ein Begriff, der zur Beschreibung gewisser Erfahrungen nützlich ist, und im Grunde „nur die Zusammenfassung der mit Schmerz und Lust am nächsten zusammenhängenden Elemente in einer ideellen denkökonomischen Einheit“, und die Abgrenzung des Ich stelle sich daher instinktiv her; die oben definierten „Elemente“ seien das Primäre und nicht das „Ich“, denn jene bilden erst das Ich. Das Ich sei unrettbar, und es sei nur Sache der Gewohnheit geworden, den unanalysierten Ich-Komplex als eine unteilbare Einheit zu behandeln.

Diese Annullierung des „Ich“ erinnert offenbar an die analoge Grundauffassung des Buddhismus, und wie mir Mach mitteilte, wurde seine Behandlung dieses wohl bedeutendsten aller philosophischen Probleme sogar in Indien selbst zur Agitation für die buddhistische Weltanschauung benutzt, und er fügte hinzu, daß diese seine Ansicht ja nicht neu, sondern schon von David Hume ausgesprochen worden sei. In der Tat hat, wie bekannt, Hume den ebenso berühmten wie berüchtigten Ausspruch getan und auch zu begründen versucht: das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen“, was mit Machs „Komplex von Elementen“ ziemlich übereinstimmt. Letzterer fand dieses fundamentale Denkresultat ganz selbständig, denn soviel ich unserem seit Jahrzehnten gepflogenen Verkehr entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich-Untersuchung durchgeführt hatte; wie er überhaupt, ähnlich wie Kant, relativ wenig philosophische Literatur kannte und so wie dieser immerwährend die Probleme aus sich und aus ihnen heraus bearbeitete.

Die Machsche Ich-Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft. Ich kenne mehrere dieser polemischen Arbeiten und fand hierbei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten, aber gar nicht bemerkten, daß ihre entgegengesetzte Ich-Auffassung mit mindestens ebenso großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die Machs.

Daß diese jedenfalls wissenschaftlich viel besser fundiert ist als die andere, populäre Auffassung, glaube ich fest, wenn ich auch an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen kann; ich bin aber ebenso fest davon überzeugt, daß das Ich-Problem — geradeso wie das nach der „Bestimmung des Menschen“ oder dem Ursprung der Welt — ein unlösbares sei. Und ich möchte dieser meiner Auffassung des Ich-Problems noch einen präziseren — von mir schon an anderen Orten vertretenen — Ausdruck verleihen, indem ich sage:

Wenn es sich darum handelt, von unserem Ich in seiner Vergangenheit zu sprechen, und sei es auch von jenem, das vor nur einem kleinen Bruchteile einer Sekunde existierte, so ist Machs Ansicht absolut richtig. Wollen wir aber unser momentanes Ich, das wir nur fühlen, näher erklären und definieren, so rühren wir an das Weltproblem, d. h. an eine unlösbare Auf[...]

Praktisch wi[...]
Tragweite gew[...]
keiten ist die T[...]
sinnungen der [...]
unbeeinflußt b[...]
Ansicht der ein[...]
keinen sicheren [...] derselben ziehen
kann. —

Ich erwähnte soeben das Zusammentreffen Machs mit Hume in der Behandlung des Ich-Problems. Ich füge hinzu, daß für meine Auffassung wissenschaftlicher Individualitäten zwischen diesen beiden Denkern überhaupt eine große Aehnlichkeit besteht, und zwar in den Eigenschaften: größter Sachlichkeit, Unabhängigkeit von gewohnten Ansichten, Mut in dem Aussprechen der gewonnenen Denkresultate trotz aller Wahrscheinlichkeit heftiger Gegnerschaft, höchster Klarheit und Einfachheit in der Darstellung dieser Resultate und in ihrer Begründung und ganz besonders in sorgfältigster Vermeidung von Schulausdrücken oder einer selbstgeschaffenen, den Leser hypnotisierenden oder wenigstens betäubenden Terminologie. In der Kürze und Strenge der Definitionen oder der Endresultate der Problemlösungen übertrifft Mach selbst Hume, und in dieser Beziehung finde ich eine Verwandtschaft Machs mit Hobbes. Beide geben uns mitunter Definitionen oder Auffassungen in einer Weise, daß sie uns nicht nur durch ihre Einfachheit, Nüchternheit, Originalität und Kraft der sachlichen Durchdringung überraschen, sondern auch unseren gewohnten Ansichten so widersprechen und sie gewissermaßen geistig degradieren, daß wir, während wir uns an ihnen wegen des Zuwachses unserer Einsichten erfreuen, uns gleichzeitig nahezu ärgern, denn es sieht so aus, als hätte der Autor es ganz gut gewußt, ja, wie namentlich Hobbes, es auch mit Vergnügen beabsichtigt, uns einigermaßen aufzuregen.

Ich erinnere z. B. an die Bezeichnungen Machs der Naturgesetze als getäuschter Erwartung, der „Ursache“ als auffallendster unter allen Bedingungen eines Vorgangs u. a. m.

Ich stelle sich daher **instinktiv** her; die oben definierten „Elemente" seien das Primäre und **nicht** das „Ich", denn jene bilden erst das Ich. Das Ich sei unrettbar, und es sei nur Sache der Gewohnheit geworden, den unanalysierten Ich-Komplex als eine unteilbare Einheit zu behandeln.

Diese Annullierung des „Ich" erinnert offenbar an die analoge Grundauffassung des Buddhismus, und wie mir Mach mitteilte, wurde seine Behandlung dieses wohl bedeutendsten aller philosophischen Probleme sogar in Indien selbst zur Agitation für die buddhistische Weltanschauung benutzt, und er fügte hinzu, daß diese seine Ansicht ja nicht neu, sondern schon von David Hume ausgesprochen worden sei. In der Tat hat, wie bekannt, Hume den ebenso berühmten wie berüchtigten Ausspruch getan und auch zu begründen versucht: das Ich sei nur ein „Bündel von Vorstellungen", was mit Machs „Komplex von Elementen" ziemlich übereinstimmt. Letzterer fand dieses fundamentale Denkresultat ganz selbständig, denn soviel ich unserem seit Jahrzehnten gepflogenen Verkehr entnehmen konnte, hatte Mach damals Hume noch nicht gelesen gehabt, als er seine Ich-Untersuchung durchgeführt hatte; wie er überhaupt, ähnlich wie Kant, relativ wenig philosophische Literatur kannte und so wie dieser immerwährend die Probleme aus sich und aus ihnen heraus bearbeitete.

Die Machsche Ich-Auffassung wurde nun, wie vorauszusehen war, heftig bekämpft. Ich kenne mehrere dieser polemischen Arbeiten und fand hierbei, daß die Gegner wohl mitunter ganz plausible Einwendungen machten, aber gar nicht bemerkten, daß ihre entgegengesetzte Ich-Auffassung mit mindestens ebenso großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, wie die Machs.

Daß diese jedenfalls wissenschaftlich viel besser fundiert ist als die andere, populäre Auffassung, glaube ich fest, wenn ich auch an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen kann; ich bin aber ebenso fest davon überzeugt, daß das Ich-Problem — geradeso wie das nach der „Bestimmung des Menschen" oder dem Ursprung der Welt — ein unlösbares sei. Und ich möchte dieser meiner Auffassung des Ich-Problems noch einen präziseren — von mir schon an anderen Orten vertretenen — Ausdruck verleihen, indem ich sage:

Wenn es sich darum handelt, von unserem Ich in seiner Vergangenheit zu sprechen, und sei es auch von jenem, das vor nur einem kleinen Bruchteile einer Sekunde existierte, so ist Machs Ansicht absolut richtig. Wollen wir aber unser momentanes Ich, das wir nur fühlen, näher erklären und definieren, so rühren wir an das Weltproblem, d. h. an eine unlösbare Aufgabe.*

* Dies widerspricht nicht der Leugnung der Gegenständlichkeit jeder Metaphysik. Denn „Welträtsel" sind faktisch vorhanden, weil wir nie bis ans Ende aller Erfahrungen und unseres Triebs, zu fragen, gelangen. Auf Welträtsel ist aber ehrlicherweise keine Antwort möglich und keinesfalls eine solche, die lebens-ernst genommen werden kann.

Praktisch wichtig, sehr interessant und belehrend über die Tragweite gewisser philosophischer (metaphysischer) Streitigkeiten ist die Tatsache, daß die Handlungen und ethischen Gesinnungen der Menschen von diesen Ich-Kontroversen ganz unbeeinflußt bleiben, so daß man aus der philosophischen Ansicht der einzelnen Individuen über das Ich-Problem gar keinen sicheren Schluß auf die Lebensführung derselben ziehen kann. —

Ich erwähnte soeben das Zusammentreffen Machs mit Hume in der Behandlung des Ich-Problems. Ich füge hinzu, daß für meine Auffassung wissenschaftlicher Individualitäten zwischen diesen beiden Denkern überhaupt eine große Aehnlichkeit besteht, und zwar in den Eigenschaften: größter Sachlichkeit, Unabhängigkeit von gewohnten Ansichten, Mut in dem Aussprechen der gewonnenen Denkresultate trotz aller Wahrscheinlichkeit heftiger Gegnerschaft, höchster Klarheit und Einfachheit in der Darstellung dieser Resultate und in ihrer Begründung und ganz besonders in sorgfältigster Vermeidung von Schulausdrücken oder einer selbstgeschaffenen, den Leser hypnotisierenden oder wenigstens betäubenden Terminologie. In der Kürze und Strenge der Definitionen oder der Endresultate der Problemlösungen übertrifft Mach selbst Hume, und in dieser Beziehung finde ich eine Verwandtschaft Machs mit Hobbes. Beide geben uns mitunter Definitionen oder Auffassungen in einer Weise, daß sie uns nicht nur durch ihre Einfachheit, Nüchternheit, Originalität und Kraft der sachlichen Durchdringung überraschen, sondern auch unseren gewohnten Ansichten so widersprechen und sie gewissermaßen geistig degradieren, daß wir, während wir uns an ihnen wegen des Zuwachses unserer Einsichten erfreuen, uns gleichzeitig nahezu ärgern, denn es sieht so aus, als hätte der Autor es ganz gut gewußt, ja, wie namentlich Hobbes, es auch mit Vergnügen beabsichtigt, uns einigermaßen aufzuregen.

Ich erinnere z. B. an die Bezeichnungen Machs der Naturgesetze als getäuschter Erwartung, der „Ursache" als auffallendster unter allen Bedingungen eines Vorgangs u. a. m.

Hume war ein vorzüglicher Geschichtschreiber, Nationalökonom und speziell als Philosoph eine Größe ersten Ranges. Mach war ein vorzüglicher Physiker, Physiologe, Didaktiker und als Philosoph ebenfalls, wie ich mit vielen anderen glaube, eine erste Größe, man merkt das wohl schon aus seinem großen Einfluß auf so viele höchst achtungswerte Fachleute und auf das wissenschaftliche Denken unserer Zeit überhaupt.

Damit sind wir aber der Frage näher gerückt: Inwiefern war Mach überhaupt eine wissenschaftliche Größe?

Was seine Leistungen als Naturforscher betrifft, so muß man wohl Mach als einen höchst verdienstvollen Physiker, sowohl im experimentellen Gebiet als auch, und das besonders, in Beziehung auf aufklärende Arbeiten bezeichnen. Durch seine Kritik der Prinzipien und der wichtigsten Theoreme der Mechanik und Wärmelehre hat er den ganzen Anstoß zu der so lebhaften naturwissenschaftlich-erkenntniskritischen Bewegung unserer Zeit gegeben, und das allein macht ihn schon zu einer Größe in der geistigen Welt. Und endlich erhob sich Mach im Laufe seiner Denkarbeit zu allgemeinen philosophischen Leistungen, die von vielen sehr hoch geschätzt und jedenfalls von allen Fachleuten als höchst anregend, originell und sehr einflußreich angesehen werden; nicht wenige sehr kompetente Beurteiler philosophischer Leistungen halten Mach für den ersten Naturphilosophen unserer Zeit. Obwohl also Mach als Fachmann in der Naturforschung nicht so grundlegende Entdeckungen oder Erfindungen aufzuweisen hat, wie etwa Robert Mayer, Helmholtz oder Faraday, so liegt seine, nicht geringere Bedeutung als jene dieser Forscher, auf dem erkenntniskritischen Gebiete, in welchem diese ihm gegenüber gänzlich den kürzeren ziehen.

Nur den seltensten Individuen ist es eben gegeben, in fachlicher und zugleich in philosophischer Richtung Großes ersten Ranges hervorzubringen, wie das bei Plato, Aristoteles, Leibniz und etwa Kant, und seither nicht mehr, der Fall war, und es gibt sogar bedeutende Geister, die Aristoteles und Leibniz gar nicht zu den großen, schöpferischen Philosophen zählen wollen.

Ein spezieller Punkt, der sich auf Mach als Physiker bezieht, soll hier nicht übergangen werden, nämlich seine gegnerische Stellung zur Molekulartheorie. Diese Gegnerschaft gegen eine Theorie, die früher noch nicht entfernt auf jene großen Triumphe pochen konnte wie in unseren Tagen, war, wie selbstverständlich, eine sachliche.

Ein Grund zu der mitunter fanatischen Verurteilung dieser Opposition, selbst wenn sie dem Fortschritt der Physik einigermaßen geschadet hätte, ist ebensowenig vorhanden, wie eine solche im Laufe der Entwicklung der Physik in früheren analogen Fällen begründet war.

Derartige Zurückweisungen neuer Theorien kamen ja nicht selten vor, sie bilden bereits einen allgemein bekannten Anekdotenschatz aus dem Gebiete der Wissenschaft, der von solchen Leuten gerne zitiert wird, die selbst dem offenkundigen riesigen Fortschritt der Wissenschaft gegenüber eine hohe pessimistische Weltauffassung zu vertreten glauben, wenn sie wegen solcher Geschichten eine Jammermiene aufsetzen und über die „Schwäche des menschlichen Geistes“ klagen.

Einen hierher gehörigen Fall will ich doch besonders hervorheben, weil er drei der größten Geister der Menschheit betrifft. Als Newton seine Theorie, genauer: seine Hypothese, der Wirkung in die Ferne aufstellte, bezeichnete sie Huyghens als „Absurdität“, Leibniz desgleichen, und ein Gelehrter schrieb darauf bezüglich an Huyghens: „jener Herr — damit war Newton gemeint — „hätte, bevor er sein Werk über Naturphilosophie herausgab, gut getan, sich bei Ihnen Rats zu erholen.“ Und lange Zeit hindurch schlossen sich doch alle späteren Physiker der Newtonschen Auffassung der Gravitationsvorgänge an, bis vor relativ kurzer Zeit wiederum Newton von Faraday durch dessen Theorie der Nahewirkung der Kräfte umgeworfen wurde; und, was nebenbei bemerkt sei, nach meiner Ueberzeugung ist die Nahewirkungstheorie ebensowenig einwandfrei wie jene der Fernwirkung. Ueber solche Zurückweisung neuer Ansichten seitens großer Männer, über welche Zurückweisungen sich später jeder Mittelschüler gerne lustig macht, muß man, geradeso wie im Gebiete der Kunst gelegentlich ebensolcher Fälle von Opposition seitens großer Autoritäten gegen Neuerungen, ohne alle Parteinahme, eigentlich ohne alle weitere Reflexion, sprechen und sie als Tatsache hinnehmen, ausgenommen man hat eine besondere Freude an Medisance. — Noch ein Wort über die wissenschaftliche Individualität Machs, denn sehr würdig der näheren Betrachtung scheint mir auch seine Arbeits- und Schreibweise zu sein. Was ich einmal von Robert Mayer sagte, nämlich: er sei ein Charakter-Denker gewesen, gilt genau so von Mach. Die meisten Forscher, mit ihren größeren oder geringeren Talenten, besitzen je nachdem: Geist, Scharfsinn, ausgebreitete Kenntnisse oder Kombinationsgabe, welche Eigenschaften ihnen gewissermaßen im Kopfe zu sitzen scheinen, so daß man sagen kann: diese Forscher *haben* diese oder jene Begabung. Bei Individuen wie Robert Mayer, Darwin oder Mach aber denkt man unwillkürlich: sie *sind* etwas, nämlich eine besonders begabte *Natur*, die Resultate ihres Denkens scheinen, so wie sie allmählich zutage treten, nicht ihrem Kopfe, sondern ihrem ganzen Wesen zu entsprießen, ähnlich wie es bei gewissen naiven, innigen Kunstwerken vorkommt. Schon in der Ausdrucksweise und der Darlegung der Arbeiten solcher Denker zeigt sich — nicht der Gelehrte, wie es Tausende gab und noch immer gibt, sondern — eine eigentümliche Individualität, eine Persönlichkeit, von der man nicht sagen kann, sie sei besonders geistreich oder scharfsinnig, sondern einfach, klar, von vollendeter Reinheit und Gewissenhaftigkeit, Forscher: mehr zu ihrer eigenen Befriedigung als zur Produktion und zum Glänzen vor der Welt.

Und zum Schluß einige Mitteilungen über Mach als Privatmann. Ich habe oben auf einige Berührungspunkte Machs mit Hume hingewiesen; ein äußerer Unterschied bestand jedoch zwischen diesen beiden in hohem Grade. David Hume hatte, wie sein einstmaliger Chef, Lord Conway, dessen Sekretär er war, behauptete, eine unvergleichlich häßliche und geistlose — sage: geistlose — Physiognomie, wie sie nicht weiter in der Welt zu finden war, von Mach muß man genau das Gegenteil behaupten:

Wer Mach kannte oder eine gute Photographie von ihm sah — eine ausgezeichnete gibt es von Theodor Beer in dessen schönem Buche: „Die Weltanschauung eines modernen Naturforschers“ — bekam den Eindruck einer angenehmen, höchst gutmütigen und dabei geistig energischen Physiognomie; selbst der Ton seiner Stimme hatte etwas von Sanftmut und Güte in sich. Ich ging mehr als ein halbes Jahrhundert mit Mach um und konnte ihn in seinem wissenschaftlichen wie in seinem privaten Charakter genau genug beobachten, ich fand, daß er gegen jeden, der ihm in die Nähe kam, ob es ein berühmter, gelehrter oder ein ganz ungebildeter Mann war, stets gleich freundlich und wohlwollend war, voll Milde, tolerant gegen jede, ihm noch so antipathische Ansicht und vor allem, selbst in der Zeit seiner vollsten Berühmtheit, von der vollkommensten natürlichen Bescheidenheit. Ich lernte niemals einen Menschen kennen, der in der privaten wie in der öffentlichen Diskussion eine solche Gesittung bewiesen hätte, niemals hielt er sich an oder gegen die Person, stets nur an die Sache, und in seinen Schriften war er in Anerkennung der Leistungen anderer von der höchsten Redlichkeit und Bereitwilligkeit, ja, nach meiner Meinung ging sein lobendes Zitieren fremder Werke mitunter zu weit.

In den mehr als fünfzig Jahren unseres Verkehrs bemerkte ich an ihm nicht ein einziges Mal den geringsten Zug von übler oder gar boshafter Stimmung oder von Rachsucht gegenüber Anfeindungen, deren er wohl genug erfahren hatte; auch sah ich überhaupt nie eine moralische Schwäche oder Unschönheit an ihm; ich hörte nicht ein einziges Mal von ihm selbst ein bescheidenstes Selbstlob, und wie Mach über Bescheidenheit und Fachdünkel dachte und wie sein ganzes Wesen rein und edel war, wird man am besten aus folgendem ersehen.

Vor ungefähr vierzig Jahren fuhren wir mitsammen von Wien nach Graz, und im Kupee sprachen wir davon, wie unsympathisch der Eigendünkel so vieler Fachleute in Wissenschaft wie in Kunst sei; namentlich wenn man bedenkt, wie kompliziert die Welt und das Leben, wie schwierig die Probleme und wie verschwindend klein die allermeisten, selbst sehr verdienstvollen Forscher erscheinen, wenn man ihnen die ganz großen Genies gegenüberstellt. „Als man einst Mozart fragte, wen er für größer halte, Bach oder Händel,“ fügte ich hinzu, „erklärte er sich für Bach, begann aber seine Rede mit den Worten: ‚Wenn ich überhaupt das Recht habe, dreinzureden.‘“

Darauf füllten sich die Augen meines edlen Freundes mit Tränen.

265

# Ernst Mach

Von

**Dr. Anton Lampa**

o. ö. Professor der Physik
an der deutschen Universität in Prag



Prag 1918 :: Verlag Deutsche Arbeit

1

DIE
# NATURPHILOSOPHIE VON ERNST MACH

VON

DR. M. H. BAEGE



1916

PSYCHOLOGISCH-SOZIOLOGISCHER VERLAG
BERLIN N. 28

Buchdr. G. Mattha, Berlin N. 28

# Ernst Mach

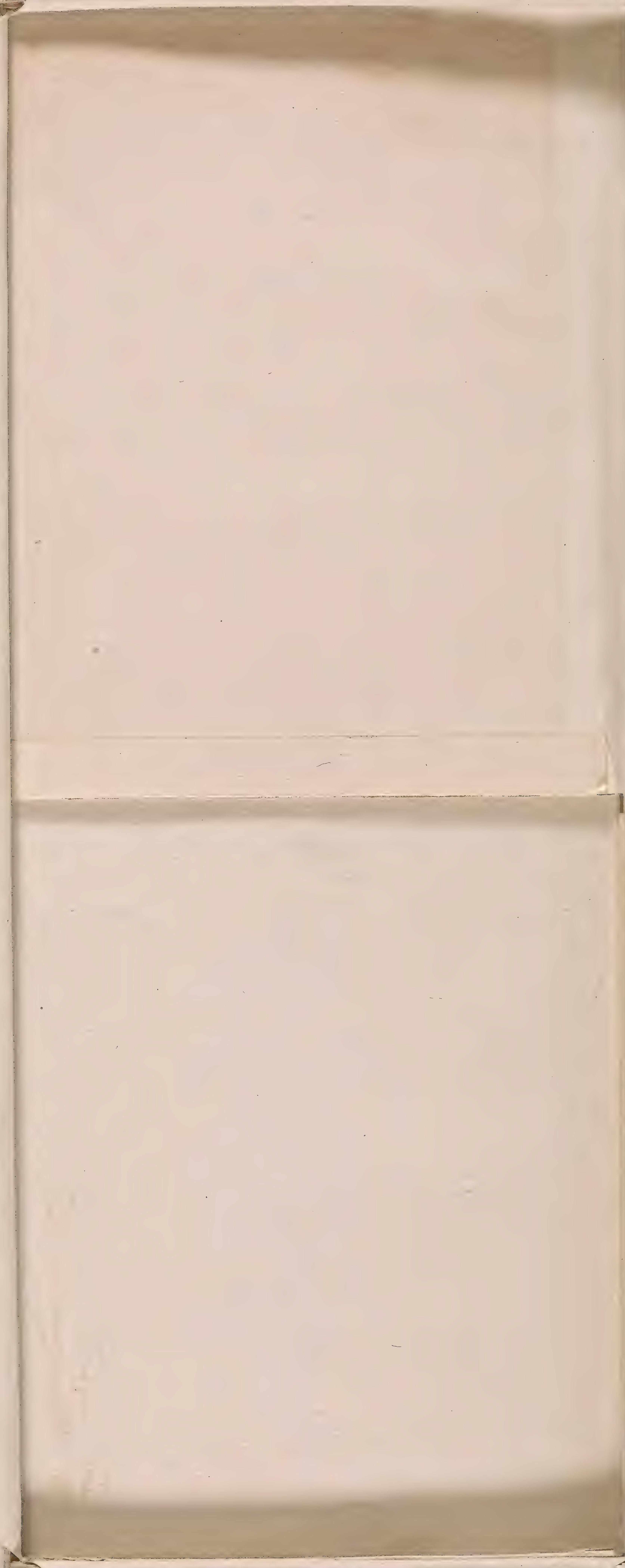
Von

**Dr. Anton Lampa**

o. ö. Professor der Physik
an der deutschen Universität in Prag



Prag 1918 :: Verlag Deutsche Arbeit



1

DIE

# NATURPHILOSOPHIE VON ERNST MACH

VON

DR. M. H. BAEGE



1 9 1 6

PSYCHOLOGISCH-SOZIOLOGISCHER VERLAG
BERLIN N. 28

Buchdr. G. Mattha, Berlin N. 28

# Ernst Mach

Von

**Dr. Anton Lampa**

o. ö. Professor der Physik
an der deutschen Universität in Prag



Prag 1918 :: Verlag Deutsche Arbeit

# DIE NATURPHILOSOPHIE VON ERNST MACH

VON

DR. M. H. BAEGE



1 9 1 6

PSYCHOLOGISCH-SOZIOLOGISCHER VERLAG
BERLIN N. 28

Buchdr. G. Mattha, Berlin N, 28

# Vorwort.

Am 15. April 1916 hielt der Verfasser dieser kleinen Schrift im Auftrage der Humboldtakademie und des wissenschaftlichen Centralvereins eine Gedächtnisfeier für Ernst Mach ab, an der eine sehr grosse Anzahl von Hörern der Humboldtakademie sowie von Mitgliedern und Gästen des wissenschaftlichen Centralvereins teilnahm.

Auf Wunsch mehrerer Teilnehmer und auf Anregung des Verlegers entschloss sich der Verfasser den Vortrag, der zu diesem Zwecke an einigen Stellen gekürzt, an anderen etwas erweitert wurde, drucken zu lassen in der stillen Hoffnung, dass die kleine Arbeit vielleicht bei dem einen oder anderen der verehrten Leser den Wunsch und Willen zu einer gründlicheren Beschäftigung mit der Gedankenwelt des genialen Forschers und Denkers, dessen Gedächtnis sie gewidmet ist, auslösen werde. Deshalb haben wir auch dem Vortrage ein Verzeichnis der wichtigsten Schriften von und über E. Mach angehängt.

Berlin-Wilhelmshagen, Mitte Juli 1916.

Dr. M. H. Baege.

Am 19. Februar ist Ernst Mach im Alter von 78 Jahren auf seinem Besitztum Haar bei München, wo er seit einigen Jahren in ländlicher Zurückgezogenheit lebte, gestorben. Ein ganz Grosser der Wissenschaft, der bahnbrechend sowohl als Physiker wie auch als Psychologe und Philosoph gewirkt hat, ist mit ihm dahin gegangen. Von Hause aus Mathematiker und Physiker führten ihn seine Studien bald in das Gebiet der Sinnesphysiologie, von dort in die Psychologie und schliesslich zur Beschäftigung mit philosophischen oder richtiger mit wissenschaftstheoretischen und forschungspsychologischen Problemen. Aber selbst seine philosophischen Studien trieb er vom Standpunkte und in der Art und Weise des Naturforschers. Stets fühlte er sich als solcher und oft genug hat er es abgelehnt, ein Philosoph zu sein oder auch nur heissen zu wollen. Trotzdem war er — ohne seine hervorragende Begabung für experimentelles Arbeiten und seine bedeutsamen Leistungen auf diesem Gebiete dabei antasten zu wollen — im innersten Wesen seiner Persönlichkeit ein durch und durch philosophischer Kopf, und es erscheint uns deshalb zunächst fast sonderbar, dass er trotzdem den Ehrentitel eines Philosophen so energisch zurückwies. Die Hauptsache für diese Ablehnung ist wohl darin zu suchen, dass ihm in seinen Jugendjahren und sehr oft auch noch

später die Philosophie in der Hauptsache als ein Unternehmen entgegengetreten ist, das auf dem Wege reiner Spekulation, gewissermassen aus den Tiefen der menschlichen Seele heraus, ein Weltbild zu geben bestrebt war. Sein stark entwickelter Tatsachensinn sträubte sich gegen derartige wirklichkeitsfremde Begriffssysteme. In seiner vielleicht zunächst mehr intuitiven Ablehnung dieser Art von Philosophie wurde er dann bestärkt durch das Ergebnis seiner historisch-kritischen Untersuchungen über die Grundbegriffe der Physik, wie er sie uns in seinen physikalischen Hauptschriften über „Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit“, seiner Mechanik in ihrer Entwicklung“ und in den „Prinzipien der Wärmelehre“ gegeben hat. Fast auf Schritt und Tritt hatte er bei diesen Studien Gelegenheit festzustellen, wie die Naturwissenschaft in ihrer Entwicklung durch die Autorität philosophischer Systeme aufgehalten, durch die in sie hineingetragene philosophische Spekulation und Terminologie zur Beschäftigung mit allerlei Scheinproblemen und durch die in sie verpflanzte Metaphysik zu mancherlei Unklarheiten und Widersprüchen gekommen war. Kurz, er hatte die Gefährlichkeit und Unfruchtbarkeit rein spekulativ-konstruktiven Denkens zu gründlich erkannt, um sich als exakter Forscher nicht energisch genug dagegen zu wenden.

Deshalb ist es ihm auch nie eingefallen, ein philosophisches System oder eine abgeschlossene fertige Weltanschauung geben oder, wie hier und da behauptet worden ist, auch nur eine neue Philosophie in die Naturwissenschaft einführen zu wollen. Er war überhaupt kein Freund vorschnellen Systematisierens und Schematisierens und erklärte schon zufrieden zu sein, „wenn er die bewusste psychische Tätigkeit des Forschers als eine methodisch geklärte, verschärfte und verfeinerte Abart der instinktiven Tätigkeit der Tiere und Menschen wiedererkannte, die in Natur und Kulturleben täglich geübt wird.“ Daher kommt es dann auch, dass ihn von den traditionellen philosophischen Hauptproblemen ausser den allgemeinpsychologischen nur die logisch-erkenntniskritischen und methodologischen Probleme der theoretischen Naturwissenschaften interessierten und beschäftigten. Auf diesem Gebiete hat er dann aber auch geradezu revolutionierend gewirkt. Vor allem war es ihm darum zu tun, alte, abgestandene Begriffe und Theorien aus der Naturwissenschaft zu entfernen und die naturwissenschaftlichen Tatsachen nur durch solche Begriffe und Theorien darzustellen, die aus der Wirklichkeit, aus der Erfahrung, nicht durch reine Spekulation gewonnen worden sind. Er erstrebte also gewissermassen eine Reinigung der naturwissenschaftlichen, psychologischen und erkenntniskritisch-logischen Probleme von allen metaphysischen Verschleierungen und philosophi-

schen Scheinproblemen und wandte sich gegen die Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse moderner physikalischer und psychologischer Forschung durch die überkommenen Begriffe längst überwundener metaphysischer Systeme. Ein Bestreben, durch das er übrigens nicht nur bei den herrschenden philosophischen Schulen, sondern auch bei Naturwissenschaftlern, die ja oft, ohne das sie es wissen oder wahr haben wollen, irgend einer metaphysischen Anschauung — meist der materialistischen (mechanistischen) — anhängen, heftigen Anstoss und starken Widerspruch erregte.

Er lehnte also in der Hauptsache wohl deshalb den Titel eines Philosophen ab, weil er ihn festgelegt fand für Personen, die sich — wenigstens in der überwiegenden Mehrzahl — mit metaphysischen Problemen beschäftigten, und mit dieser Art von Gelehrten mochte er um alles in der Welt nicht gleichgestellt oder verwechselt werden. Dass es heute schon den einen und anderen Philosophen gibt, der Fruchtbareres und Vernünftigeres als Metaphysik treibt, das ist ja erst mit eine Folge von Machs eigener Forscher- und Denkarbeit. Zwar war Mach also kein Philosoph in tradionellem Sinne, d. h. der Schöpfer irgend eines philosophischen Systems oder einer geschlossenen Weltanschauung, trotzdem war er ein ausgesprochen philosophischer Kopf, d. h. ein Forscher, der seine Einzeluntersuchungen stets in Hinblick auf die Stelle betrieb, an

der sie sich in den grossen Zusammenhang alles Fragens und Forschens einreihen, und der in Verfolg der Probleme die er erlebte, sich nicht scheute, weit über die engen Grenzen seiner Fachwissenschaft hinauszugreifen, um sie zu einer endgültigen Lösung zu bringen. Er gehörte zu jenen echten Forschern, bei denen man, wie J. Petzoldt einmal so treffend sagt, nicht nach dem Fach fragen soll, dem sie sich gewidmet, sondern nach den Problemen, von denen sie gepackt wurden, ist also jenem Forschertyp zuzuzählen, dem auch die Galilei, Newton, Johs. Müller, Lamarck, Darwin, Maxwell, Rob. Mayer usw. angehört haben, und von denen jeder Einzelne das menschliche Denken und Erkennen mehr gefördert hat, als alle Metaphysiker und spekulativen Philosophen zusammen genommen.

Welche Probleme haben ihn nun hauptsächlich beschäftigt und in welcher Weise hat er sie gelöst? Wir erwähnten oben schon seine historisch-kritischen Untersuchungen über die Grundbegriffe der Physik, die er mit einer scharfsinnigen Kritik der überkommenen Newton'schen Grundbegriffe einleitete, und die in einer Reform der Physik, ja der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung und der Theorie der Naturwissenschaften überhaupt, sowie in dem Nachweis der Unhaltbarkeit der mechanischen Naturansicht ausliefen. Seine kritische Prüfung der Newton'schen Grundbegriffe, die er uns in sei-

ner „Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt“ gibt, brachte ihn zu der Einsicht, dass diese überkommenen Begriffe unhaltbar geworden sind, weil sie weder unserem heutigen Wissens- und Erkenntnisstande, noch den Bedürfnissen moderner Physik entsprechen. Mach zeigt uns da, dass das behauptete Absolute, auf das Newton und alle Physik seit ihm die Naturvorgänge zurückzuführen bemüht war immer nur ein Relatives war und sein kann; denn alles, was wir erkennen können sind immer nur Relationen, Beziehungen von Tatsächlichem zu Tatsächlichem. Weder der Raum, noch Zeit und Bewegung dürfen absolut aufgefasst werden, wie das seit Newton die Physik tat. Der absolute Raum, die absolute Zeit und die absolute Bewegung sind blosse Erdenkungen, die in der Wirklichkeit nicht aufgezeigt werden können. Raum* und Zeit sind Mach übrigens auch keine apriorischen Anschauungsformen wie bei Kant. Die räumlichen und zeitlichen Merkmale unserer Erlebnisse (und der Dinge also) sind nur Empfindungen neben allen anderen Empfindungen, nicht vor ihnen. Sie sind wohl-

*) Mach unterscheidet übrigens einen physiologischen und metrischen Raum und den physiologischen wieder in einen Seh- u. Tastraum, die alle nur mehr oder weniger Gemeinsames haben. Der physiologische Raum, der uns allein erfahrungsgemäß gegeben ist, ist auch nicht unendlich, sondern reicht genau so weit als unser Sehen u. Tasten. Nur der als Denkmöglichkeit nicht in der Erfahrung gegebene metrische Raum kann nach Belieben endlich oder unendlich gedacht werden.

geordnete Systeme von Empfindungsreihen. Die Sätze der Mechanik erweisen sich bei genauerer Betrachtung als auf Erfahrung beruhende Aussagen über relative Lagen und Bewegungen von Körpern und sind also auch relativ, und niemand ist berechtigt sie über die Grenzen der Erfahrung auszudehnen. Der Satz, dass ein Körper seine Geschwindigkeit und Richtung „im Raume“ beibehalte bedeutet einfach nichts anderes als eine Art Anweisung „die ganze Welt“ zu beachten. Wir kennen von den bewegten Körpern nichts mehr als ihr erfahrungsgemäss gegebenes Verhalten gegen die Himmelskörper.

In Konsequenz seiner, der Erfahrung besser entsprechenden relativistischen Grundanschauung beseitigt Mach auch den undeutlichen, mit einem metaphysischen Moment belasteten Massenbegriff Newton's. Schon in seiner 1869 verfassten Mitteilung „Ueber die Masse“, die, wie 1841 Rob. Mayer's „Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur“ nicht in Poggendorfs Annalen aufgenommen wurde, weil man die fundamentale Bedeutung des neuen Massenbegriffs noch nicht erkannt hatte, definiert er das Massenverhältnis zweier Körper als das negativ umgekehrte Verhältnis der gegenseitigen Beschleunigung. Während also für Newton die Statik die Grundlage der Dynamik bildet, sieht Mach die Statik als einen Sonderfall der Dynamik an. Nicht nur die Begriffe „Masse“, „Zeit“, „Raum“, „Bewegung“, sondern

auch noch viele andere physikalische Grundbegriffe, wir nennen hier nur noch den Temperatur- und Energie-Begriff hat Mach von dem überkommenen metaphysischen Bestandteil befreit.

Eine weitere Folge von Machs relativistischem Standpunkte war seine Ablehnung der alten wissenschaftlichen Forderung, welche die Aufgabe der Naturwissenschaft dahin bestimmte, die Manigfaltigkeit und Fülle der Naturvorgänge auf letzte Ureinheiten, ein ewig Unveränderliches (Atome, Monaden usw.) zurückzuführen. Mach zeigt uns da, dass das nicht nur eine unerfüllbare Forderung ist, weil ein derartiges Absolutes nirgends existiert, sondern dass es auch eine recht gefährliche Forderung darstellt, weil sie uns immer in das unfruchtbare Gestrüpp der Metaphysik führt. Die Geschichte des Atombegriffs zeigt uns das. Zwar billigt Mach die Verwendung der Atomhypothese als Arbeitshypothese d. h. als provisorisches Hilfsmittel des Denkens zur bequemen Darstellung einer Reihe von Tatsachen, ist aber im übrigen der Ueberzeugung, dass man auch ohne sie auskommen könne. Tatsächlich hat er selbst sie auch nie gebraucht. „Atome können wir nirgends wahrnehmen, sie sind wie alle Substanzen Gedankendinge“, so sagt er in seiner „Geschichte der Mechanik.“ An Stelle der Atome setzt Mach seine Volumelemente. Das ist, wie Machs Biograph Hans Henning ganz richtig bemerkt, nicht lediglich eine Fra-

ge terminologischen Geschmacks. Mit dem Volumelement ist der Tatsächliches darstellende begriffliche Kern der Atomistik gegeben, also das, was Richtiges und Fruchtbares an ihr ist und was seiner Anschaulichkeit wegen ihren heuristisch-didaktischen Wert ausmacht. Ausgeschaltet sind hier aber „die kindischen und überflüssigen Nebenvorstellungen, die willkürlichen Zutaten zu dem Tatsächlichen, die dem Atombegriff von Alters her anhaften.“

Was versteht nun Mach unter einem Volumelement? Er sagt: „Einem Volumelement schreibe ich, nur mit verändertem Massstab, solche Eigenschaften zu, wie sie an ausgedehnten Körpern beobachtet werden, und die Erfahrung hat mich gelehrt, dass man den Massstab ausserordentlich verkleinern kann, ohne die Form der Tatsachen zu ändern. Darin liegt also garnichts Hypothetisches und keinerlei Unklarheit. Kirchhoff hat ganz gut gewusst, warum er gerade diese Betrachtungsweise jeder andern vorzog. Die Volumelemente mit ihrem Temperaturgefälle verhalten sich ganz so wie endlich ausgedehnte Körper unter ähnlichen Umständen, nur habe ich den Vorteil, dass ich aus solchem kleinen Volumelemente mit beliebiger Genauigkeit jeden noch so komplizierten Fall zusammensetzen kann. Ich kann darum auch nicht einsehen, warum jede Differentialgleichung sich notwendig auf atomistische Betrachtungen gründen müsste.“

Vielfach kann man nun heute — besonders in Physikerkreisen — die Meinung vertreten hören, dass die Erforschung der elektrischen Strahlungserscheinungen zwar nicht die Realität des alten Atoms, aber doch seines modernen Ersatzes, des Elektrons, nachgewiesen habe, dass also die Mach'sche Auffassungsweise unhaltbar geworden sei. Das Elektron soll nach der Vorstellung dieser Physiker jenes absolut Unveränderliche sein, nach dem die Physik schon so lange gesucht habe. Die Elektronen seien wirklich die letzten Elemente der Welt.

Dem können wir entgegenhalten, dass der Begriff des Elektrons noch weiter analysierbar ist, denn wir sprechen ihm elektrische Ladung, Volumen, Geschwindigkeit usw. zu. Das sind aber Merkmale, die wir auf eng miteinander zusammenhängende Elementar-Empfindungs-Komplexe zurückführen können. Was das aber bedeutet, werden wir unten näher auseinander setzen. Auf jeden Fall zeigt uns diese Tatsache, dass auch die Elektronen nicht die erkenntnistheoretischen Elemente der Welt sind. Die Elektronentheorie ist nichts anderes als ein provisorisches Hilfsmittel der Forschung, dessen Ersatz nach Mach „durch eine natürliche Anschauung angestrebt werden muss.“ Genau so, wie man in der Elektrizitätslehre von der vorläufigen Annahme elektrischer Fluida allmählig zur Feststellung der Gesetze des elek-

trischen Feldes gekommen ist, ebenso werden die nur provisorisch gültigen Annahmen von Elektronen einmal durch die Gesetze der elektrischen Strahlung ersetzt werden. Die in den letzten Wochen der wissenschaftlichen Welt übermittelte Nachricht, dass es **Nernst** gelungen sei, die Quantentheorie in der Form von Differentialgleichungen darzustellen, kann wohl als eine Wendung der theoretischen Physik zu diesem Ziele hin angesehen werden. Es gibt also nichts **Absolutes** in oder gar hinter den Naturvorgängen, auf das als letztes Unveränderliches diese zurückzuführen seien, noch einen absoluten, gewissermassen **ausserhalb** der Welt gelegenen Standpunkt, von dem aus wir die Welt begrifflich zu erfassen vermögen. Bei Theorien, die von derartigen Annahmen ausgehen, muss immer ein letzter unerklärbarer Rest übrig bleiben und tatsächlich sind auch alle bisherigen Weltanschauungen an der Hypostasierung eines Absoluten gescheitert. Alles Grübeln nach sogenannten letzten Gründen hat sich als unfruchtbar erwiesen. Die Annahme eines Absoluten hat uns nicht nur keine neuen Erkenntnisse gebracht oder gar über die stets als zuverlässig erwiesene Erfahrung hinausgehoben, sie hat sich vielmehr geradezu als gefährlich erwiesen, indem sie häufig der Erfahrung den Weg versperrte und ihrer Unkontrollierbarkeit wegen zu unfruchtbaren Wortstreitereien führte.

Durch den Nachweis der Unerkennbarkeit eines Absoluten hat Mach die Naturwissenschaften in dreifacher Hinsicht aus den Banden metaphysischen Denkens befreit. Er lehrte sie die Unhaltbarkeit des Substanzbegriffes, der letzten Endes auf die Gewohnheit zurückzuführen ist, alle Eigenschaften eines Körpers als von einem unveränderlich beharrenden, ewig bleibenden Kerne ausgehende, durch Vermittlung des Leibes dem Ich beigebrachte „Wirkungen“ desselben anzusehen (weil wir den haptischen „Eigenschaften“ eine grössere logische Kraft zuschreiben als den übrigen).

Das, was im traditionellen Substanzbegriff der Naturforschung unkritische Köpfe zu der falschen Vorstellung eines ewig Beharrenden, eines Unveränderlichen führen kann, ist lediglich die Beständigkeit eines gesetzmässigen Zusammenhangs der Reaktionen und das, was wir „Materie“ nennen, ist nichts anderes, als die Vorstellung vom Zusammenhang jenes Komplexes.

Mach befreite ferner die Naturwissenschaft von der Herrschaft des mechanistischen Materialismus, indem er aufzeigte, dass es 1. rein mechanische Vorgänge garnicht gibt; denn alle sind mit elektrischen, thermischen usw. Aenderungen verbunden; 2. dass die chemischen Aenderungen viel tiefer greifen als die physikalischen; 3. dass die mechanische Ansicht den Forderungen der Denkökonomie nicht zu genügen vermag, da sie statt der Tatsachen nur Hy-

pothesen gibt, die noch dazu untereinander in starkem Widerspruch stehen. Die Mechanik ist also nicht die Grundlage, sondern nur eine Seite der Welt. Vielleicht sind sogar die mechanischen Erscheinungen die oberflächlichsten unter allen physikalischen. Die mechanischen Grundbegriffe (Masse, Kraft, Atom usw.) sind nichts anderes als Denkmittel der Physik, die keine andere Aufgabe haben als ökonomisch geordnete Erfahrungen wachzurufen. Ihnen entsprechen keine Realitäten ausserhalb des Denkens. Mach tritt deshalb auch für eine phänomenologische (vergleichende) Physik ein, die es gestattet, die ganze Naturwissenschaft mit einem weiten Blick zu umfassen. Aus demselben Grunde ist er auch Gegner einer rein mechanischen Physiologie, die sich nur allzuleicht in allerlei Scheinprobleme verliert wie z. B. in den Versuch einer Ableitung der Empfindungen aus der Atommechanik u. a. m.

Schliesslich ist er infolge seines Verzichtes auf den absoluten Wahrheitsbegriff in die Lage gekommen, der Naturwissenschaft ihre wirkliche Aufgabe zu bestimmen, sie von wirklichkeitsfremden und verstiegenen Zielen wegzulenken und ihr neue fruchtbarere Denk- und Forschungsmethoden nachzuweisen. Früher bestimmte man die Aufgabe der Naturforschung dahin, dass sie die Objekte und Naturvorgänge zu „erklären“ habe und unter „Erklärung“

verstand man letzten Endes die Zurückführung der Vorgänge usw. auf Atommechanik.

Worin sieht Mach nun die Aufgabe der Natur-Wissenschaft? An Stelle der „Erklärung“ setzte er die „Beschreibung“. Er versteht aber beileibe nicht unter diesem Begriff eine nur blosse Aufzählung des Beobachteten, eine rein äusserliche Feststellung der Merkmale. Mach ist da vielfach missverstanden worden. Sein Begriff der „Beschreibung“ ist eigentlich nichts anderes als der seines metaphysischen Bestandteils entkleidete Begriff der „Erklärung.“

Was heisst denn wirklich erklären? Doch nichts anderes als „klar machen,“ mit anderen Worten: die Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander darzulegen, ihren Zusammenhang zu studieren. Die Aufgabe der Wissenschaft ist es nach Mach deshalb, die Umstände, oder Bedingungen festzustellen, die einen Vorgang in Erscheinung treten lassen. Mach bezeichnet (wie nach ihm auch Kirchhoff), diese wissenschaftliche Betätigung als „Beschreibung.“ Er setzt diesen neuen Begriff an Stelle der „Erklärung“, um von vornherein alle Metaphysik auszuschalten, die nun einmal seit Alters her dem Begriff der Erklärung anhaftet. Wert hat allein die Beziehung des Tatsächlichen zu Tatsächlichem und diese wird durch die Beschreibung gegeben.

Unter Beschreibung ist nach Mach zu verstehen. Die Feststellung 1. des reinen Tatsa-

chenbestandes, 2. seiner Abhängigkeit von anderen Tatsachen, 3. seiner Gesetzmässigkeit d. h. die Festlegung der Bedingungen eines Vorganges. Eine Tatsache ist wissenschaftlich erkannt, wenn wir die Summe der Bedingungen und die Abhängigkeit derselben voneinander festgestellt haben, die sie auftreten lassen denn eine Tatsache ist die Summe ihrer Bedingungskomplexe, nicht die Folge (Wirkung) derselben. Fehlt ein Bedingungselement, so tritt die Tatsache nicht ein.

Durch diese Auffassungsweise gelingt es Mach zugleich auch die Metaphysik, die im alten Kausalitätsbegriff steckt auszuschalten. Die Kausalität ist beinahe zu einer geheimnisvollen Macht geworden. Man hat geradezu einen mystischen „Kult" mit ihr getrieben. Die Naturforschung wurde ganz allgemein als Ursachenforschung bezeichnet. Auf letzte Ursachen, letzte unveränderliche Elemente, ja auf eine einzige allerletzte Ursache (Materie, Unbewusstes, Geist usw.) glaubte man die Mannigfaltigkeit der Vorgänge und Fülle der Erscheinungen zurückführen zu müssen. Der Begriff der Ursache erhält seinen metaphysischen Charakter in der Hauptsache von Begriff des Absoluten her, mit dem er innig zusammenhängt. Er ist ein letzter Ueberrest der animistisch-fetischistischen Denkweise des Urmenschen.

„Gleiche Ursachen, gleiche Wirkungen", d. h. auf eine bestimmte Dosis „Ursache" folgt

eine bestimmte Dosis „Wirkung“, so wird auch heute noch in naturwissenschaftlichen Lehrbüchern der Kausalitätsbegriff dargestellt. Dieser „Pharmazeuten-Standpunkt“ ist heute nicht mehr aufrecht zu erhalten. Es gibt keine „Ursachen“ und keine „Wirkungen“; denn die Natur ist nur einmal da. Es ist Machs Verdienst, die Metaphysik des Ursachenbegriffs und seines Gegenbegriffs „Wirkung“ erkannt und ihn durch den klareren und schärferen Funktionsbegriff ersetzt zu haben. Er hat uns gezeigt, dass es nur auf die Feststellung gegenseitiger Simultanbeziehungen, der Funktionen, ankommt. Was dem Begriff des „Kausalgesetzes“ als rein Tatsächliches zugrunde liegt, ist lediglich die Feststellung, dass mit der Veränderung einiger Naturerscheinungen auch Veränderungen anderer eintreten, dass sie also abhängig von einander sind. „Wo wir eine Ursache angeben, drücken wir nur ein Verknüpfungsverhältnis, einen Tatbestand aus.“ Das, was wir gewöhnlich als Ursache bezeichnen ist das zu einem bestimmten Bedingungskomplex zuletzt noch hinzutretende Bedingungselement, das den Complex erst so ergänzt, dass nun eine bestimmte Tatsache eintreten kann. Wenn z. B. ein Funke in ein Pulverfass fliegt, so wird dieser als die „Ursache“ der Explosion aufgefasst. Der Funke ist aber nicht die Ursache der Explosion sondern nur einer der Faktoren, durch die der Explosionsvorgang bestimmt wird. Es gibt keinen Na-

turvorgang, der nur von einem Faktor abhängig sei. Wie wir schon oben feststellten, ist jeder Vorgang (oder Zustand) der Summe seiner Bedingungen gleich. Er wird also bestimmt durch zahlreiche andere Vorgänge; denn in Wirklichkeit existiert kein Vorgang für sich allein, sondern steht in mannigfaltigster Verbindung mit anderen Vorgängen. Wir denken uns nur bei unserer wissenschaftlichen Betrachtungsweise aus praktischen Gründen die Vorgänge als isolierte Teilsysteme.

Mit dem Begriff des „Absoluten“ fällt also auch der Begriff der „Ursache“. Der exakte Naturforscher fragt nicht mehr „warum?“, sondern „wie?“ An Stelle des unklaren und zu allerlei Scheinproblemen führenden Kausalitätsbegriffs tritt der der funktionellen Abhängigkeit. Mach zeigt übrigens, dass alle Formen des Kausalgesetzes subjektiven Trieben entspringen, denen die Natur nicht zu gehorchen braucht. Er zeigt uns weiter, dass das Hervorheben von „Ursache“ und „Wirkung“ hinfällig wird, sobald uns die Tatsachen geläufig werden. Wir brauchen dann die zwei Begriffe nicht mehr. „Die Säure ist die Ursache der Rötung der Lackmustinktur, später gehört die Rötung unter die Eigenschaften der Säure.“ Bei Gebrauch dieser alten Begriffe heben wir willkürlich jene Momente heraus, auf deren Zusammenhang man bei der Nachbildung einer Tatsache in der gerade wichtigen Rich-

tung zu achten hat. Wie kann nun der Naturforscher bei seiner Weltanalyse, die Hypostasierung eines Absoluten vermeiden? Auch diese fundamentale Frage löst Mach, indem er uns lehrt, die Welt so zu analysieren, wie wir sie wirklich vorfinden.

Halten wir uns streng an die Erfahrung und analysieren wir unsere Erlebnisse, so finden wir, dass sie immer aus denselben Elementen z. B. Farben, Drucken, Wärmen, Tönen, Gerüchen usw. zusammengesetzt sind Nur ist die Zusammensetzung bei jedem Erlebnis verschieden. Die Elemente befinden sich in verschiedener Abhängigkeit voneinander und Aufgabe der Wissenschaft ist es, diese Abhängigkeit genau zu ermitteln. Diese Elemente stellen sich dar als eine Beziehung zwischen Leib, Bewusstsein und Aussenwelt. Keinen dieser drei Komplexe darf man fortlassen, ohne das Bild zu zerstören.

Aus rein pädagogischen Gründen — weil nämlich den meisten Menschen die gemeinten Elemente als Empfindungen (Farben, Drucke, Töne, Zeiten Räume usw.) viel geläufiger sind — bezeichnet Mach die Elemente auch als Empfindungen. Er scheidet jedoch seine Empfindung, die er als Funktion auffasst, scharf von der psychologischen Grösse „Empfindung.“ Die Mach'schen Elemente sind nicht „Bewusstseins“-Elemente, sondern gewissermassen

„Erlebnis“-Elemente. Man darf sie sich auch nicht als die letzten Bausteine der Welt, sondern nur als eigenartige Relationen zwischen dem Ich als „denkökonomischer Einheit“ und seiner Umgebung denken. Sie sind also ihrer Natur nach weder psychisch noch physisch. Das haben viele seiner Gegner nicht genügend berücksichtigt und ihn deshalb zu einem erkenntnistheoretischen Idealisten machen wollen. Die Empfindungen als Funktionalbeziehungen sind also nach Mach die gemeinsamen Elemente aller möglichen physischen und psychischen Erlebnisse.

Denn wie erhält der Naturforscher (und überhaupt jeder Mensch) z. B. Kenntnis von dem Vorhandensein eines beliebigen Naturkörpers, etwa eines Tisches? Doch nur durch Sinneswahrnehmungen verschiedenster Art. Gesichts-Gehörs-, Geruchs-, Tast-, Druck- usw. Empfindungen sind es, die letzten Endes der Vorstellung eines Körpers zu Grunde liegen, also die wirklichen Elemente des Körpers bilden. Ein Körper oder Vorgang ist nichts anderes als ein Komplex von Empfindungen (Elementen), die verschiedenen Sinnesgebieten zugehören.

Man bezeichnet nun vielfach jene Grundbestandteile, aus denen sich die Element- (Empfindungs-) Komplexe zusammensetzen, die wir „Körper“ nennen, oft auch als „Eigenschaften“ des Körpers. Man sagt z. B. die Eigenschaften eines Körpers seien Ausdehnung, Härte, Elastizität, usw. Diese Ausdrucksweise sollte man

aber lieber vermeiden, da sie leicht die Annahme aufkommen lässt, dass die Elemente, aus denen der Empfindungskomplex aufgebaut ist, den wir Körper nennen, einzeln vom Körper abgelöst werden können und dass dann noch etwas bleibt. Man sollte also nie von Eigenschaften“ sondern besser von Merkmalen“ eines Körpers sprechen. Man kann nun nicht alle Merkmale von einem Körper wegnehmen, und es bliebe dann noch etwas übrig. Damit fällt natürlich auch die Fixtion des „Ding an sich.“ Die Tatsache, dass wir die Dinge mit ihrem Namen in der Regel auch dann weiter bezeichnen, wenn sie sich irgendwie verändert haben, ist die Grundlage für die Annahme, dass sie ausser ihren unzweifelhaft sinnlich erkennbaren Eigenschaften auch noch einen unerkennbaren, beständigen Kern hätten. Alle Körper sind nur Gedankensymbole für bestimmte Zusammenhänge von Empfindungen (Elementen). „Den dunklen Klumpen, den wir unwillkürlich hinzudenken, suchen wir vergeblich ausserhalb unseres Denkens.“

Die Empfindungen (Elemente) sind nicht Wirkungen der Eigenschaften der Aussenwelt, nicht die Körper erzeugen die Empfindungen, sondern aus Empfindungsgruppen entsteht die Vorstellung der Körper.

Dieselben Elemente, aus denen wir uns den Begriff einer Körper- oder Aussenwelt bilden,

geben nun auch den Stoff für die Bildung der Ichvorstellung ab. Ebensowenig wie die Körperwelt ist das „Ich“ eine unveränderliche scharf begrenzte Einheit. Es gibt zwischen beiden keine starre Grenze. Sie ist vielmehr recht unbestimmt und verschiebbar. Mein Leib, der doch einen wesentlichen Teil meines Ich bildet, gehört z. B. zur Körperwelt, man denke ferner an die Stoffwechselvorgänge usw. Das Ich verändert sich aber ausserdem auch als solches, es bleibt und ist sich nie gleich. (Entwicklung vom Kind zum Greis; Zustände verschiedener Stimmung; pathologische Fälle usw.)

Die Begriffe „Ich“ und „Aussenwelt“ sind nur als eine praktische, nur für eine vorläufig orientierende Betrachtung geschaffene Einheiten anzusehen. Für die wissenschaftliche Arbeit sind sie unzutreffend und unzureichend. Jeder dieser Begriffe bezeichnet nichts anderes als „eine in sich stärker zuammenhängende Gruppe von Elementen, welche mit anderen Gruppen in bedeutend loserem Zusammenhange stehen.“ Der Unterschied zwischen Körperlichem und Geistigem ist also nicht prinzipieller Natur, sondern nur durch die Verschiedenheit der Abhängigkeitsverhältnisse, den Unterschied der Betrachtungsweise gegeben. Untersuche ich die Abhängigkeit eines Teiles der sogenannten Aussenwelt von einem andern Teil derselben, so treibe ich Physik; prüfe ich seine Abhängigkeit von der Beschaffenheit meiner Sinnesorgane und meines Nerven-

systems, so treibe ich Physiologie, untersuche ich aber die Wirkung desselben Gegenstandes auf mich als bewusstes Wesen, so treibe ich Psychologie. Diese Betrachtungsweise enthebt uns also der metaphysischen Annahme von der Existenz einer besonderen psychischen Kraft; denn „ein mannigfaltig zusammenhängender Inhalt des Bewusstseins ist um nichts schwerer zu verstehen als der mannigfaltige Zusammenhang in der sogenannten Aussenwelt.“

Die Elemente aller Vorstellungsgruppen (Aussenwelt, Leib, Bewusstsein) sind also gleichartig. Nur stehen sie bald in loserer bald in festerer Verbindung miteinander. „Farben, Töne, Wärmen, Drücke, Räume, Zeiten usw. sind in mannigfaltigster Weise miteinander verknüpft und an dieselben sind Stimmungen, Gefühle und Willen gebunden. Aus diesem Gewebe tritt das relativ Festere und Beständigere hervor, es prägt sich dem Gedächtnisse ein und drückt sich in der Sprache aus. Absolut beständig sind solche Körper natürlich nicht. Mein Tisch ist bald heller, bald dunkler beleuchtet, kann wärmer und kälter sein, kann einen Tintenfleck bekommen, ein Fuss kann abbrechen, er kann repariert, poliert, Teil für Teil neu ersetzt werden, er bleibt für mich doch derselbe Tisch, an dem ich arbeitete.“

Das Gleiche gilt übrigens auch für das „Ich“ Mein Gesicht kann ernst oder heiter im Ausdruck sein, sowohl Gesichtsfarbe wie Haltung

aber auch meine Vorstellungen, Gefühle, und Willensimpulse können sich ändern, trotzdem bleibt auch hier ein gewisser als beständig angesehener Komplex von Erscheinungen, die als Uebergewicht gegen das Veränderliche und oft auch ihrer grösseren Geläufigkeit wegen mich veranlassen, von meinem Ich als von etwas Kostantem zu sprechen. „Was auf ein-mal vorgestellt wird, erhält einen Namen, eine Bezeichnung.

Was ist nun mit Mach's Elementenlehre gewonnen? 1. Sie enthebt uns der Notwendigkeit ein Absolutes anzunehmen. 2. Mit dem Nachweis der gleichen Elemente für das Physische und Psychische ist allem Dualismus ein für allemal der Boden entzogen. Wir haben es also mit einer echt monistischen Auffassung, nicht nur mit Begriffsmonismus, wie es z. B. der Materialismus oder Spiritualismus ist, zu tun. 3. Man braucht nicht mehr — was Mach lange Zeit als grosse intellektuelle Unbehaglichkeit empfand und ihn zur Durchdenkung dieser Probleme trieb — mit dem Uebergang in ein anderes Forschungsgebiet die allgemeinen Grundanschauungen zu ändern. Hier ist ein Standpunkt gegeben, den man nicht zu verlassen braucht, wenn man von der Physik in die Sinnesphysiologie oder gar in die Psychologie hinüberzugehen gezwungen ist, um dort dasselbe Problem unter anderem Gesichtspunkt zu behandeln. Es ist also eine Betrachtungsweise gewonnen,

die sich für alle naturwissenschaftlichen Gebiete als Basis eignet; denn schliesslich behandeln Physik, Physiologie und Psychologie dieselben Gegenstände, nur die Standpunkte, von denen aus es geschieht, sind verschieden. Mach's Auffassung ist also eine wirklich einheitliche, während alle anderen mit verschiedenen Begriffssystemen arbeiten müssen, deshalb ein- und dasselbe Phänomen nicht einheitlich erfassen können und infolgedessen auch missverständlichen Formulierungen nicht zu entgehen vermögen. Mit der Elementenlehre ist endlich die Basis für eine natürliche, von spekulativ-metaphysischen Zutaten freie Weltauffassung gefunden. In Parenthese möchten wir aber noch darauf hinweisen, dass Mach seine Elemente selbstverständlich nicht als etwas Fertiges, Endgültiges, sondern nur als ein Vorläufiges ansieht.

Um die Gedankenwelt Machs in ihren Grundlagen richtig zu erfassen, ist es notwendig, noch mit einigen Worten auf eine Tatsache hinzuweisen, deren Kenntnis uns den Schlüssel für das Verständnis seiner ausgesprochenen antimetaphysischen und antimystischen Denkweise gibt und uns zeigt, dass diese nicht etwa nur gefühlsmässig — subjektiv bedingt ist. Er fasst nämlich — und das ist auch wieder ein ebenso neuer wie fruchtbarer Gedanke — den Erkenntnisvorgang als einen biologischen Anpassungsprozess: auf

und bezeichnet dementsprechend das Ziel der Wissenschaft auch als eine Anpassungsarbeit und zwar als eine Anpassung unserer Gedanken an die Tatsachen (Erfahrung) und ausserdem der Gedanken untereinander. Damit dehnt er die biologische Betrachtungsweise auf alles Geistige, besonders die Wissenschaft und ihre Methoden aus und führt sie in konsequenter Fortsetzung von Darwins Gedankenwelt auch in die Psychologie ein. Dadurch ist es ihm gelungen die Betrachtung des psychischen Lebens ein für allemal der metaphysischen Spekulation zu entziehen und der psychologischen Forschung ihre exakte Grundlage zu geben.

Eine Folge seiner biologischen Auffassung des Geistigen im allgemeinen und der wissenschaftlichen Forscherarbeit im besonderen war das von ihm aufgestellte Gesetz der Denkökonomie, durch das er die wissenschaftliche Forschung ökonomischen Gesichtspunkten unterordnete. Das Gesetz der Denkökonomie berechtigt ihn nun, alles Metaphysische als müssig und unfruchtbar abzulehnen. Alle unkontrollierbaren Annahmen sind auszuschalten, Aufgabe der Wissenschaft ist es, eine übersichtliche Darstellung des Tatsächlichen zu geben um dadurch „Erfahrungen zu ersetzen oder zu ersparen durch Nachbildung und Vorbildung von Tatsachen in Gedanken, welche Nachbildungen leichter zur Hand sind als die

Erfahrungen selbst und diese in mancher Beziehung vertreten können.“ Diese Nachbildungen können — und das spricht auch wieder für den ökonomischen Charakter der Wissenschaft — selbstverständlich immer nur Abstraktionen sein. Die ökonomische Tendenz wissenschaftlicher Forschung zeigt sich auch besonders klar in der Feststellung sogenannter Naturgesetze (z. B. Lichtbrechungsgesetz), durch die es uns möglich ist, das Gemeinsame mehrerer Tatsachen herauszustellen. Die herkömmliche Auffassungsweise sah in den Naturgesetzen Regeln, nach denen sich die Vorgänge in der Natur richten müssen. Man sprach von ehernen, ewigen, unwandelbaren Naturgesetzen die man sich in der Natur steckend dachte und welche gewissermassen die Natur dirigieren sollten. Man hatte den Begriff „Gesetz“ in einer sozusagen mehr juristischen Auffassungsweise, gewissermassen als einen Befehl, eine Pflicht, eine Vorschrift gedeutet. Der rein wissenschaftliche Begriff „Gesetz“ schliesst das aber garnicht in sich. Unter einem „wissenschaftlichen Gesetz“ ist lediglich die Feststellung eines immer unter bestimmten Bedingungen anzutreffenden Zusammenhangs von Vorgängen zu verstehen. Was dem juristischen wie dem naturwissenschaftlichen Gesetzesbegriff gemeinsam ist, ist lediglich das Moment der Einschränkung. Mit dem Fortschritt der naturwissenschaftlichen Erkenntnis geht eine Zunah-

me der Einschränkung der Erwartung parallel. Die Einschränkung bedeutet ein immer genaueres Herausarbeiten der Bedingungen, die einen Vorgang eintreten lassen. Wenn ein Gesetz aufhört zu gelten unter Bedingungen, unter denen es früher galt, nehmen wir den Eintritt neuer oder die Mitwirkung neuer Bedingungen an. Die Naturgesetze sind ein Erzeugnis unseres Bedürfnisses, uns in der Welt zurechtzufinden, den Vorgängen nicht fremd gegenüberzustehen. W i r s e l b s t schaffen sie also, abstrahieren sie aus den Vorgängen. Dabei sind wir, wie die Geschichte der Naturwissenschaften uns lehrt, vor Irrtümern nicht sicher. Der Ursprung der Naturgesetze ist nach Mach darin zu suchen, „dass wir an den Vorgängen zunächst die Seiten beachten, welche für uns u n m i t t e l b a r biologisch wichtig sind, und dass unser Interesse erst später sich auf die m i t t e l b a r biologisch wichtigen sich weiter ausdehnt.“ Die ersten Orientierungsversuche der Menschheit waren poetisch, mythologisch. Später sind Leichtigkeit, Einfachheit usw. die Motive dieser Orientierung und ihrer gedanklichen Festlegung. Dabei werden die Motive in die Natur hineinprojeziert. Auf dieser Stufe naturwissenschaftlicher Forschung spricht man dann davon, dass die Natur nach Einfachheit, Schönheit usw. strebe, dass sie die Tendenz hebe, alles durch das einfachste Mittel zu erreichen usw. Heute ist es das Moment der Eindeutigkeit und Bestimmt-

heit, das wir als unerlässliche Forderung an die Naturgesetze stellen. Nur auf diesem Wege ist eine Zunahme in der Einschränkung der Erwartung und eine immer genauere Anpassung der Gedanken an die Tatsachen zu erreichen; denn nach E. Mach sind die Naturgesetze „Einschränkungen, die wir unter Leitung der Erfahrung unserer Erwartung vorschreiben." Sie gelten deshalb auch nicht absolut, noch beherrschen sie gewissermassen als über den Dingen schwebende Mächte die Natur, sondern sind immer nur gültig unter ganz bestimmten Bedingungen. Damit fällt natürlich auch die von manchen Kreisen als notwendig vertretene Annahme eines Naturgesetzgebers. Da dem Menschen nun eine vollkommene Anpassung an jede individuelle, zukünftig auftretende Tatsache unmöglich ist, ist durch Abstraktion, Vereinfachung, Schematisierung usw. deshalb eine vielfache, möglichst allgemeine Anwendbarkeit der Naturgesetze auf konkrete tatsächliche Fälle anzustreben. Man darf dabei natürlich nie aus dem Auge verlieren, dass derartige zustande gekommene Gesetze — man denke nur an die Fallgesetze — keine Erklärungsmittel, sondern nur eine brauchbare, nützliche Fiktion sind und dass es sich hierbei immer nur um konstruierte und fingierte, in der Wirklichkeit selbst nie vorhandene Idealfälle handelt. Mit der Feststellung ihres biologischen Charakters und der daraus resultierenden ökonomischen Funktion hat

Mach der Wissenschaft die fruchtbare Verbindung mit dem Leben und damit ihre natürliche Aufgabe wiedergegeben, die eine verstiegen spekulativ-metaphysische Denkweise ihr geraubt hatte.

* * *

*

Der Raummangel verbietet es uns, hier noch näher auf die weittragende Bedeutung einzugehen, die diese neue wissenschaftstheoretische Feststellung für den gesammten Wissenschaftsbetrieb hat. Worauf es uns hier ankam war in grossen Zügen die Hauptgedanken dieses genialen Erforschers der erkenntnistheoretischen Grundlagen der Naturwissenschaften darzustellen und dabei die ausserordentliche Bedeutung aufzuzeigen, die Machs Gedankenwelt dadurch für den Naturforscher und Naturphilosophen besitzt, dass sie sich nicht wieder in weltabgewandte Spekulation und unfruchtbare Metaphysik verliert, sondern endgiltig auf den Versuch verzichtet, ein auf ganz anderem Boden gewachsenes Begriffs- und Denksystem in die Naturwissenschaften zu verpflanzen und eine naturwissenschaftliche Methodologie und Forschungspsychologie, eine Theorie der Naturwissenschaften gibt, die auf den Boden streng naturwissenschaftlicher Forschungs- und Denkweise erwachsen und erprobt ist.

# DIE WICHTIGSTEN SCHRIFTEN VON ERNST MACH.

1. Die Geschichte u. d. Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit. 2. Aufl., Leipzig, I. A. Barth. 1909. Preis 2 M.
2. Die Prinzipien der Wärmelehre historisch-kritisch dargestellt 2. Aufl.,Leipzig, I. A. Barth, 1900. geb. 11 M.
3. Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt. 7. Aufl. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1912; Preis 9 M.
4. Populärwissenschaftliche Vorlesungen 4. Aufl., Leipzig I. A. Barth, Preis geb. 7,50 M
5. Beiträge zur Analyse der Empfindungen 6. Aufl., Jena, Gustav Fischer; 1911. Preis 6 M.
6. Erkenntnis u. Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung. 2. Aufl. Leipzig, I. A. Barth; 1906. Preis 11 M.
7. Kultur u. Mechanik. Stuttgart, W. Spemann 1915. Preis 1,95 M.
8. Prinzipien der Lichtlehre. (Erscheint im Laufe dieses Jahres noch im Verlage von I. A. Barth, Leipzig gewissermaßen als Parallelwerk zur „Mechanik“ u. „Wärmelehre“)

---

# SCHRIFTEN ÜBER ERNST MACH.

1. Th. Baer, die Weltanschauung eines modernen Naturforschers. Dresden u. Leipzig, C. Reisner; 1903. Preis 2 M.
2. H. Henning, Ernst Mach als Philosoph, Physiker u. Psychologe. Leipzig, I. A. Barth; 1914. Preis geb. 6 M.

Buchdruckerei G. Mattha, Berlin N. 28.

# Ernst Mach

Von

**Dr. Anton Lampa**
o. ö. Professor der Physik
an der deutschen Universität in Prag



Prag 1918 :: Verlag Deutsche Arbeit

# Ernst Mach

Von

Dr. Anton Lampa,

o. ö. Professor der Physik an der deutschen Universität in Prag

Prag 1918

Verlag Deutsche Arbeit

# Vorwort

Die folgende Schrift ist eine weitere Ausführung der Gedächtnisrede auf Ernst Mach, welche ich über Einladung der Chemisch-Physikalischen Gesellschaft in Wien gehalten habe. Ich übergebe sie, aus dem Kreise der Zuhörer geäußerten Wünschen entsprechend, hiermit der Öffentlichkeit.

Prag, im Juli 1918.

Der Verfasser.

Wenn man Machs Lebensarbeit überblickt, so erregt vor allem die Vielfältigkeit der Verzweigung seiner wissenschaftlichen Betätigung Erstaunen. Er war Physiker, Historiker der Physik, Sinnesphysiologe, Psychologe, Erkenntnistheoretiker, Biologe. Aber die Beschäftigung mit den verschiedenen Gebieten fließt bei ihm nicht aus einer Vielfältigkeit von nebeneinanderstehenden Interessen, deren Zusammenhang bloß in einer natürlichen Anlage gesucht werden könnte; wäre dies der Fall, so müßten wir mangels der Kenntnis der geistigen Individualität einer längeren Reihe seiner Vorfahren auf das Verständnis seiner Eigenart verzichten! Sie entstammt vielmehr bei ihm einer einzigen Wurzel: dem leidenschaftlichen Interesse für die Theorie des Erkennens. Das Problem des Erkennens im allgemeinsten Sinne ist das zentrale Problem der Machschen Forschung. Nur in der Physik hat Mach eine Anzahl von Untersuchungen durchgeführt, welche ohne Beziehung zu diesem Problem sind. Diese Tatsache hängt wohl mit dem Umstand zusammen, daß er von der Physik ausgegangen ist, daß die Physik infolgedessen während seines ganzen Lebens eine gewisse Vorzugsstellung in seinen experimentellen Untersuchungen eingenommen hat; auch der äußere Umstand, daß der größere Teil seiner akademischen Lehrtätigkeit auf die Ver-

tretung der Physik entfällt, mag hierzu beigetragen haben. Daß er aber, trotzdem das Interesse für Erkenntnistheorie in ihm schon in seinen jungen Jahren lebendig war, und nicht etwa erst in späterer Zeit zum Durchbruch gelangte, gerade die Physik als Hauptgegenstand seines Universitätsstudiums gewählt hat und in die akademische Laufbahn als Physiker eingetreten ist, ist durchaus kein Zufall. Es war das Bedürfnis nach Exaktheit und das Bedürfnis nach selbständiger Betätigung seiner natürlichen Anlage für Beobachtung und experimentelle Forschung, das ihn bei einer Hauptrichtung des Interesses, das auf das Studium der Philosophie hinzuweisen schien, gerade das Studium der Physik ergreifen ließ. Schon die Tatsache, daß Forscher von ähnlicher geistiger Verfassung, wie etwa Helmholtz oder Fechner, die von der Medizin herkamen, zur Physik übergegangen sind, zwingt zu dem Schluß, daß die Anziehungskraft dieser Wissenschaft auf einen Geist von der Art Machs in der Eigenart und Vollendung ihrer Methode liegen muß. Wir verstehen leicht, daß er sich von dem Studium der Philosophie eine Befriedigung seiner intellektuellen Bedürfnisse nicht erhoffen konnte. Auch ist nicht zu übersehen, daß zur Zeit, da Mach ein Jüngling war, die Erinnerung an die Naturphilosophie unseligen Andenkens noch sehr lebendig war. Hat sie doch noch durch einige weitere Jahrzehnte so stark nachgewirkt, daß das Interesse für philosophische Probleme in den Kreisen der Naturforscher im allgemeinen als eine Art Verirrung gewertet wurde, daß bei ihnen eine antiphilosophische Stimmung die Regel war; das hat

auch, nebenbei bemerkt, viel dazu beigetragen, daß einzelne Arbeiten Machs lange unbeachtet geblieben oder sogar verkannt worden sind. Ohne Zweifel hat die Naturphilosophie Hegels und Schellings ein abschreckendes Bild der Gefahren gegeben, welchen ein über die Natur philosophierender Geist ausgesetzt ist, dem die naturwissenschaftliche Forschungsarbeit fremd ist oder der sich nicht mindestens mit ihrer Methode und ihren Ergebnissen eingehend vertraut macht. Für Mach konnten nur zwei Wissenschaften als Ausgangspunkt in Betracht kommen: die Physik oder die Physiologie. Daß er die Physik gewählt hat, ist nicht allein durch das Verhältnis dieser Wissenschaften zueinander, welches die Physiologie in jener Zeit vornehmlich als auf den lebenden Organismus angewandte Physik erscheinen ließ, sowie durch den Umstand bedingt, daß der Mittelschulunterricht dem Jüngling bereits einen Einblick in die Physik gewährt, die Physiologie aber unberührt läßt, sondern hängt wohl auch mit der Beschaffenheit seines Gemütes zusammen. Spricht er doch in der letzten seinen Namen tragenden Veröffentlichung[1]) von seinem „buddhistischen Gewissen" und sagt von sich: „Die Kinderjahre abgerechnet, habe ich bewußt keine Grausamkeit, später auch keine Vivisektion verbrochen."

Wir wollen, dem Umstand Rechnung tragend, daß die

---

[1]) Einige vergleichende tier- und menschenpsychologische Skizzen. Veröffentlicht nach Machs Tode in der von Potonié herausgegebenen Naturwissenschaftlichen Wochenschrift (Verlag von Gustav Fischer in Jena) Nr. 17 vom 23. April 1916.

Physik gewissermaßen das Fundament ist, auf welchem sich Machs Lebenswerk aufbaut, unser Augenmerk vorerst seinen physikalischen Arbeiten zuwenden. Da springt vor allem in die Augen, daß seine rein physikalischen Untersuchungen Spezialproblemen gewidmet sind, welche keine Beziehung zu den großen theoretisch-physikalischen Gedanken haben, welche zu seiner Zeit in Diskussion standen, und deren Durchbildung für die weitere Zukunft der Physik bestimmend gewesen ist, wie etwa die Idee der Ersetzung der Fernkräfte durch Nahekräfte oder der Vorstellungskreis der kinetischen Gastheorie. Österreichs ruhmvoller Anteil an der Grundlegung der Physik von heute ist durch die Namen Stefan, Loschmidt und Boltzmann getragen. Wir übersehen dabei durchaus nicht, daß die neueste Entwicklung der Physik einen machtvollen Schoß getrieben hat, die Relativitätstheorie, welcher sich als eine Entfaltung Machscher Ideen darstellt. Aber Mach war hier nicht Ausgangspunkt der Entwicklung, sondern ein Vorläufer, dessen Ideen seinerzeit keinen Einfluß zu erringen vermochten. Die Zeit für die Wirksamkeit dieser Ideen innerhalb der Physik war erst gekommen, als die physikalische Forschung zu ihnen durch ihre eigene Entwicklung hingedrängt worden war. Bei Mach ergaben sie sich nicht als Frucht physikalischer Untersuchungen, sondern als Resultat kritischer Betrachtungen. Als er sie aussprach, war die Physik noch nicht zu dem Problem vorgedrungen, für welches diese Ideen den erlösenden Gedanken bedeuten. Darum blieb ihnen die befruchtende Wirkung versagt, zu der sie befähigt waren. Die Tragik

dieser Erscheinung wird gemildert durch die Tatsache, daß Mach die Zeit noch erleben durfte, da die Relativitätstheorie in der Physik siegreich Einzug hielt.

In der Durchführung seiner physikalischen Arbeiten bewährt Mach einen hohen Grad experimenteller Kunst und methodischen Scharfsinns. Schon in seiner Jugendarbeit über das Dopplersche Prinzip zeigt sich seine später immer wieder bewährte Fähigkeit höchster Ökonomie in der experimentellen Methodik. Welche Bedeutung diese Begabung, die wir bei allen Mitgliedern der älteren österreichischen Physikergeneration wahrnehmen können, in den alten physikalischen Instituten hatte, wird die jüngste Generation schwerlich voll begreifen können.

Machs Apparat zur akustischen Prüfung des Dopplerschen Prinzips ist ein vielgebrauchter Demonstrationsapparat geworden. Bemerkenswert aus seinen Untersuchungen über das Dopplersche Prinzip ist sein klarer Vorschlag, dasselbe durch Beobachtung der Spektrallinien auf astrophysikalische Probleme, so die Bewegung der Doppelsterne und die Bewegung unseres Sonnensystems im Fixsternsystem, anzuwenden. Die Notwendigkeit der Beobachtung der einzelnen Spektrallinien hatte allerdings schon Fizeau betont, dies war aber Mach unbekannt geblieben.

Mit der Untersuchung des Dopplerschen Prinzips hatte Mach das Gebiet der Wellenvorgänge betreten, welches nun das bevorzugte Feld seiner physikalischen Arbeit blieb. Eine große Reihe akustischer und optischer Untersuchungen ließ ihn hier schöne Früchte von bleibendem Werte ernten.

Die Untersuchung der akzidentellen Doppelbrechung im Glas brachte einen Fortschritt gegen ältere Arbeiten nach der quantitativen Seite hin. Sie setzte ihn in Stand, die Frage nach der Größe der in einem tönenden Glasstab auftretenden Spannungen zu beantworten. Es ergaben sich Kräfte von solcher Größe, daß die Tatsache, daß ein Glasstab durch bloßes Tönen zum Zerspringen gebracht werden könne, verständlich wurde. Im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen steht die Untersuchung der akzidentellen Doppelbrechung plastischer Körper. Sie führte Mach zu dem Problem, akzidentelle Doppelbrechung in Flüssigkeiten zu suchen. Er ist sich vollständig klar darüber, daß nur rasch sich entwickelnde Spannungen solche Körper doppelbrechend machen können. Er versucht es daher damit, daß er sie zum Tönen bringt oder durch elektrische Entladungen erschüttert. Er untersucht auf diese Weise dicke Zuckerlösungen, Öl, etwas dünneren Kanadabalsam, aber ohne merkliches Resultat. Wenige Jahre später teilt Maxwell mit, daß er bei dünnflüssigem Kanadabalsam akzidentelle Doppelbrechung auffinden konnte. Schon bei Bewegung eines Spatels in dem Balsam zeigt sie sich an den Rändern des Spatels. Sehr bemerkenswert ist, daß sich Mach von dem Problem der akzidentellen Doppelbrechung in plastischen und flüssigen Körpern mit Hilfe der Molekulartheorie Rechenschaft zu geben suchte. Für die Beurteilung der Stellung, die Mach zur Molekulartheorie überhaupt einnahm, ist dies nicht unwichtig. Mach hatte ja in seinen Anfängen durchaus den Schulstandpunkt eingenommen und in seinem Lehr=

buch der Physik für Mediziner (1863) die Molekulartheorie konsequent festzuhalten gesucht, dabei aber, nach seiner eigenen Angabe, zuerst die Unzulänglichkeit der Theorie empfunden. Im Jahre 1872 übergab er seine Studie über die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit der Öffentlichkeit, in welcher er zur mechanischen Physik und zur Molekulartheorie in einer Weise Stellung nahm, daß es als ein Widerspruch erscheinen könnte, wenn er zu gleicher Zeit selbst von der Molekulartheorie Gebrauch macht. Dies tut er nämlich wirklich, da die angeführte Arbeit über die akzidentelle Doppelbrechung plastischer Körper in dasselbe Jahr fällt und er sie obendrein in seiner Schrift „Optisch-akustische Versuche" 1873 mit den molekulartheoretischen Überlegungen abdruckt. Der Widerspruch verschwindet, wenn man sich klar macht, daß Machs Ablehnung der Molekulartheorie als Grundlage einer Weltansicht ihr noch sehr wohl als einer zweckmäßigen Hypothese innerhalb eines Spezialgebietes Geltung lassen darf. Dies ist in der Tat Machs Stellung gegenüber der Molekulartheorie, was oft übersehen wird. Die Arbeit über die akzidentelle Doppelbrechung plastischer Körper kann geradezu als handgreiflicher Beweis dafür gelten, daß Mach dem Physiker und Chemiker das Recht auf die Anwendung der Molekulartheorie auf rein physikalische und chemische Probleme nicht verkümmern wollte. Daß sein erkenntnistheoretisches Urteil über die Molekulartheorie auf sein Verhalten als Physiker ihr gegenüber deutlich zurückgewirkt hat, ist verständlich und psychologisch konsequent. Er wollte später

auch als Physiker mit der Molekulartheorie nicht zu tun haben, dafür aber, daß er seinen hier skizzierten Standpunkt immer festgehalten hat, kann sich der Verfasser auf wiederholte mündliche Äußerungen Machs berufen.

Die Beschäftigung mit der Aufgabe, die Schwingungen eines tönenden Stabes optisch zu untersuchen, führte Mach zu dem Studium der Luftschwingungen. Er mühte sich auch hier um quantitative Bestimmungen und fand dazu ein geeignetes Mittel in transversal schwingenden Flammen. Die Analyse der Flammenform ergab die Möglichkeit, die Schwingungsweite der erregenden Luftschwingungen aus dem größten Horizontalabstand der Flammenränder zu berechnen. So fand er z. B. in der Mündung einer offenen Lippenpfeife von 275 cm Länge und 15 cm lichter Weite bei mäßigem Anblasen eine Schwingungsweite von 275 mm, welcher eine Amplitude der Druckschwankung von 0.0035 Atm. entsprach.

Das Studium der Luftschwingungen brachte Mach wieder mit einer Untersuchung Dopplers in Berührung, nämlich mit dessen Arbeit über die stroboskopische Methode. Mach gab zunächst eine eingehende Erläuterung des Prinzips derselben und legte in einer historischen Skizze die Verdienste Plateaus, Stampfers und Dopplers dar. Er selbst vervollkommnete die Methode durch Einführung der „stroboskopischen Selbstregulierung", deren Prinzip am deutlichsten in jener Anordnung hervortritt, in welcher das Einsetzen der Momentanbeleuchtung durch den zu untersuchenden Körper selbst hervorgebracht und dafür gesorgt wird, daß der Beleuchtung folgeweise verschiedene Phasen-

unterschiede gegen die Schwingungen des erregenden Körpers gegeben werden können. Mit der stroboskopischen Methode wurden dann die Luftschwingungen in einer Pfeife untersucht. Die Pfeife lag horizontal, in der Pfeife wurde an der oberen Wand ein Platindraht ausgespannt und dieser dünn mit Schwefelsäure bestrichen. Die Schwefelsäure verteilt sich perlschnurartig auf dem Draht, wie schon Plateau fand und erklärte. Nun wird der Draht galvanisch erhitzt und es sinken feine Dampflinien quer durch die Pfeife herab. Bringt man die Pfeife zum Tönen, so kann man nun die Dampflinien stroboskopisch schwingen sehen.

Ich übergehe zahlreiche andere Untersuchungen und wende mich zu der Gruppe von Arbeiten, welcher Machs berühmteste physikalische Leistung, die photographische Fixierung der durch Projektile in der Luft eingeleiteten Vorgänge, angehört. Diese Arbeiten beginnen mit der Untersuchung der Antolikschen Figuren, welche in Rußschichten durch elektrische Entladungen hervorgerufen werden. Mach findet, daß diese Figuren akustischen Ursprungs sind und durch die von der Entladung in der Luft bewirkte Explosionswelle erzeugt werden. Er begnügte sich aber nicht mit einer qualitativen Erklärung, sondern unterwarf die Erscheinung einem genauen Studium, zu welchem Zwecke er die Versuchsanordnung vielfach abänderte. Es war möglich, die Figuren als Ergebnis von Interferenzen zu deuten, wenn man die Schallgeschwindigkeit als eine Funktion der Schallstärke ansah. Gerade durch diese Untersuchungen Machs wird die Tatsache, daß Schall von gro-

ßer Stärke schneller fortschreitet als solcher von geringerer, wohl außer Zweifel gestellt.

Untersucht man die Geschwindigkeit einer Explosionswelle in verschiedenen Entfernungen vom Explosionszentrum, so findet man sie in der Nähe desselben größer als die normale Schallgeschwindigkeit. Ohne Zweifel hat man in der Nähe des Explosionszentrums mit einer Mitführung des Schalls durch die fortgeschleuderte Luft zu rechnen, solche Versuche sind daher nicht geeignet, die Frage nach der Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit von der Schallstärke in durchsichtiger Weise zu lösen. Bei den Rußfiguren gibt es aber eine Erscheinung, welche den Einfluß der Schallstärke auf die Schallgeschwindigkeit sicherstellt: die von Mach sogenannte V-Ausbreitung. Wir betrachten den einfachsten Fall, zwei „punktförmige" d. i. sehr kurze Funkenstrecken auf der berußten Platte. Man müßte als Interferenzfigur der beiden von den Funkenstrecken ausgehenden Schallwellen eine Gerade erwarten, welche auf der Verbindungslinie der beiden Funkenstrecken senkrecht steht und durch den Halbierungspunkt dieser Verbindungslinie hindurchgeht. In Wirklichkeit bekommt man aber ein Interferenzbild, welches etwa zwei einander entgegengestellten V gleicht, die mit ihren Spitzen in dem genannten Halbierungspunkt zusammenstoßen, wobei die den Winkel der V halbierende Gerade auf der Verbindungslinie der Funkenstrecken senkrecht steht. Dieses Bild läßt sich deuten, wenn man der Überdeckungsstelle zweier Wellen eine größere Fortschreitungsgeschwindigkeit zuschreibt. Diese Überdeckungsstelle wirkt dann als Quelle

einer neuen Welle, welche sich mit einem Geschwindigkeitsüberschuß in den ursprünglichen Wellen ausbreitet.

Mach untersuchte die Funkenwellen auch optisch, nach der Schlierenmethode, wobei sich das bereits gefundene Erklärungsprinzip durchaus bewährte. Schließlich benützte er zu quantitativen Messungen an Funkenwellen den Jaminschen Interferentialrefraktor, wobei in den Gang des einen Strahls die Funkenwelle eingeschaltet wurde. Die Krümmung der Interferenzstreifen macht direkt den Verlauf der Dichte der Welle ersichtlich. Er fand Verdichtungen der Luft in Funkenwellen im Betrage von 0.15 Atm., während er in einer tönenden Pfeife 0.0035, Töpler und Boltzmann 0.0037 Atm. gefunden hatten. Man sieht, wie gewaltig die Verdichtungen in Funkenwellen gegenüber jenen in gewöhnlichen Schallwellen sind.

Nachdem die Arbeiten über Funkenwellen zum Abschluß gekommen waren, wandte sich Mach dem Studium der durch Projektile in der Luft eingeleiteten Vorgänge zu. Schon bei Gelegenheit einer früheren Arbeit hatte er versucht, die Luftverdichtung vor dem Projektil nach der Schlierenmethode sichtbar zu machen und photographisch zu fixieren. Das Resultat war zwar negativ, aber Mach war sich darüber klar, daß an der Fruchtlosigkeit des Versuches nicht die Methode, sondern die zu kleinen Geschoßgeschwindigkeiten (höchstens 240 m in der Sek.), welche bei diesen Versuchen zur Anwendung gelangt waren, Schuld trugen. Ein positives Resultat konnte nur erwartet werden, wenn sich das Projektil mit Überschall=

geschwindigkeit bewegt. Das erwartete und teilweise auch der Form nach vorausgesagte Resultat wurde schon bei dem ersten Versuch mit einem solchen Geschoß erreicht. Zur Erklärung der Erscheinungen wurde wieder die Steigerung der Schallgeschwindigkeit bei großer Intensität der Schallwelle herangezogen. Es gelangten bei Machs Versuchen mit Geschossen, deren Geschwindigkeit die normale Schallgeschwindigkeit überstieg, Verdichtungen der Luft vor dem Geschoß bis zum Betrage von zwei Atmosphären zur Beobachtung. Die Form der mit dem Geschoß mitbewegten Welle ergibt sich im allgemeinen aus dem Huyghensschen Prinzip. Durch die Versuche Machs wurde die Annahme der Artilleristen, daß die Geschosse eine Luftverdichtung mit sich führen, zur Gewißheit erhoben. Melsens hatte eine hierauf Bezug habende Untersuchung unternommen, wie es scheint, angeregt durch eigentümliche Vorkommnisse bei Schußwunden. Melsens' Untersuchung gab Mach die Anregung, dieser Frage näherzutreten. Das zweite Ergebnis war, daß die Luftverdichtung nur vor Geschossen auftritt, die sich mit Überschallgeschwindigkeit bewegen. Das dritte besteht in der Aufklärung der eigentümlichen Abhängigkeit des der Bewegung des Geschosses entgegenwirkenden Luftwiderstandes von dessen Geschwindigkeit. Bei sehr kleinen Geschwindigkeiten ist der Luftwiderstand der Geschwindigkeit proportional, bei größeren Geschwindigkeiten gilt das Gesetz, daß er dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional zunimmt; sobald aber die Geschwindigkeit des Geschosses die Schallgeschwindigkeit erreicht, tritt ein auffallender Sprung ein, der

Luftwiderstand wächst fast plötzlich viel rascher; von einer Geschoßgeschwindigkeit von 400 m in der Sekunde an gilt zwar wieder das quadratische Gesetz, aber mit einem viel größeren Proportionalitätsfaktor als bei Unterschallgeschwindigkeit des Geschosses. Es ist leicht verständlich, wie dieses Verhalten mit der vor dem Geschoß sich ausbildenden Verdichtung zusammenhängt: Sobald die Geschwindigkeit des Geschosses die Schallgeschwindigkeit überschreitet, entsteht die Verdichtung, der durch die Luft fortschreitende Körper erhält plötzlich ein viel größeres Volumen, der Luftwiderstand muß daher plötzlich ansteigen, und wenn jetzt die Geschwindigkeit weiter wächst, so muß natürlich auch der Proportionalitätsfaktor des Luftwiderstandes einen größeren Wert haben als für das von keinem mitgeführten Mantel verdichteter Luft umgebene Geschoß. Viertens endlich ergaben Machs Versuche die Aufklärung der akustischen Wirkung so rasch fliegender Geschosse; die vom Geschoß mitgeführte Verdichtung kann vom Ohre nur als Knall empfunden werden.

Die Elektrizitätslehre nimmt in Machs physikalischen Veröffentlichungen einen verhältnismäßig geringen Raum ein. Hier sollen nur die Arbeiten prinzipieller Natur über die Unterschiede der beiden elektrischen Zustände hervorgehoben werden. Wurde auch nach Machs eigenen Worten das angestrebte Ziel nicht erreicht, und konnte auch, wie wir heute historisch einsehen, damals nicht erreicht werden, so sind doch die von Mach ersonnenen Versuche, sowie die allgemeine Diskussion derselben bemerkenswert. Der von Mach ausgesprochene Gedanke, daß die Durchbrechung

eines Isolators durch eine elektrische Entladung durch Elektrolyse oder einen ihr gleichartigen Vorgang eingeleitet werde, kommt der modernen Auffassung sehr nahe; auch die Beobachtungen über den Potentialverlauf zwischen dem positiven und negativen Pol in flüssigen Isolatoren verdienen als Vorläufer moderner Untersuchungen besondere Hervorhebung.

Die physikalische Wissenschaft ist die eine der Grundlagen, auf welcher Mach das Gebäude seiner Erkenntnistheorie errichtet hat. Die Neigung zur Beschäftigung mit erkenntnistheoretischen Problemen lag in seiner geistigen Beschaffenheit und in dem eigentümlichen Charakter seiner Begabung. Es ist nun gewiß nicht zu bestreiten, daß die Physik ähnlich wie die Mathematik schon durch das Streben nach Exaktheit zu erkenntnistheoretischen Fragestellungen hinleitet, wie ja überhaupt jeder Zweig der Naturwissenschaften erkenntnistheoretische Probleme aufwirft, sobald einmal die erste Aufgabe, die Feststellung des Tatsächlichen, bis zu einer gewissen Höhe geführt ist. So sehen wir denn auch immer wieder bedeutende Physiker mit erkenntnistheoretischen Fragen beschäftigt — ich nenne z. B. Maxwell, Boltzmann, Hertz. Doch beobachten wir, daß die Neigung zur Beschäftigung mit Erkenntnistheorie besonders bei solchen Männern ausgeprägt ist, welche sich, wie z. B. Helmholtz, nicht nur auf einem Spezialgebiet als Forscher betätigen. Es ist dies auch verständlich, denn gerade die Grenzgebiete sind fruchtbar an erkenntnistheoretischen Problemen. Vielleicht gilt sogar ganz allgemein, was im Falle Machs so deutlich ist, daß das Interesse

für erkenntnistheoretische Fragen die primäre Voraussetzung für solche Vielseitigkeit ist. Wie dem nun auch sein mag: auch bei Mach sehen wir, daß er nicht bloß die Physik zum Gegenstand seiner Spezialforschung gemacht hat; in seiner Forschertätigkeit nimmt die Sinnesphysiologie und die kritische und kritisch-historische Untersuchung der Physik einen ebenso breiten Raum ein wie diese selbst.

Wir müssen nun, dieser Feststellung entsprechend, unsere Aufmerksamkeit den sinnesphysiologischen Arbeiten Machs zuwenden. Hier kann aber eine eingehendere Besprechung nur der wohl berühmtesten sinnesphysiologischen Untersuchung Machs gewidmet werden, die er in seiner Schrift „Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen" (1875) niedergelegt hat. Der Ausgangspunkt für seine Beschäftigung mit den Bewegungsempfindungen bildete eine physikalische Arbeit, nämlich eine Versuchsreihe über Flüssigkeiten, welche suspendierte Körperchen enthalten. Die von dem Beschleunigungszustand der aufgelegten Körper abhängige Belastung der Wage, die bei diesen Versuchen auftritt, legte ihm den Gedanken nahe, daß bei der Bewegung unseres Körpers ähnliche Verhältnisse bestehen und daß jeder Körperteil den andern als veränderliche, von der Bewegung abhängige Last empfinden kann. Nach Machs damaliger Auffassung liefert der ganze Körper Beiträge zu den Bewegungsempfindungen, die Annahme eines besonderen Organs derselben lag ihm damals noch fern. Ein Zufall, wie er sagt, führte ihn zu dem Nachdenken über die Bewegungsempfindungen zu-

2*

rück. Er beobachtete die Schiefstellung der Häuser und Bäume beim Durchfahren einer Eisenbahnkurve. Sie ließ sich leicht erklären, wenn man annimmt, daß wir eine direkte Empfindung der resultierenden Massenbeschleunigung haben. Ob es eine solche Empfindung gibt, ob sie eine einfache oder aus verschiedenen Elementen zusammengesetzte ist, diese Frage zu beantworten war Sache des Experiments. Ist sie eine einfache, so muß ein besonderes Gleichgewichtsorgan existieren, welches vermöge seiner spezifischen Energie jeden Reiz mit einer Bewegungsempfindung beantwortet.

Mach schlug einen Weg des Experimentes ein, welcher ein deutliches Zeugnis dafür ist, daß in Machs Persönlichkeit als Naturforscher der Physiker die zentrale Position einnimmt, was sich ja auch, wie schon ausgeführt wurde, in seinem Entwicklungsgange ausspricht. Daß ihn dies nicht gehindert hat, über die Physik hinauszusehen, und spezifisch physikalische Gedankengänge nicht als die in allen Gebieten alleinseligmachenden zu werten, darin liegt seine durch sein Interesse für die Erkenntnistheorie bedingte Eigenart als Naturforscher. Mach experimentiert mit seinem eigenen Körper wie mit einem physikalischen Objekt. Seine Methode wird von einem Physiologen von Fach offenbar als fremdartig empfunden und aus diesem Gefühl heraus abgelehnt. Er wehrt sich dagegen mit den Worten: „Was die Bemerkung Böttchers über meine Abhandlung betrifft, daß ich mit dem Gleichgewichtsorgan wie mit einer gegebenen Größe operiere und es demnach keinen Zweck hätte, den daran geknüpften Betrachtungen

zu folgen, so habe ich dagegen nur folgendes zu bemerken. Er scheint hierbei nicht beachtet zu haben, daß Vivisektionen weder das einzige noch das beste Mittel sind, physiologische Tatsachen kennen zu lernen oder deren Theorien zu prüfen." Mach baute sich einen Drehstuhl, in welchem er die bei verschiedenen Bewegungsänderungen auftretenden Bewegungsempfindungen studierte. Er konstatiert zunächst, daß man nicht die Winkelgeschwindigkeit, sondern die Winkelbeschleunigung empfindet, er stellt fest, daß man die resultierende Richtung der Massenbeschleunigung bei der Drehung als Vertikale empfindet, er erkennt, daß ein sehr wichtiger, wenn nicht der wichtigste Beitrag zu den Bewegungsempfindungen im Kopfe ausgelöst wird. Die Arbeiten der Physiologen führen ihn zu der Auffassung, daß das wahrscheinliche Hauptorgan der Bewegungsempfindungen das Ohrlabyrinth ist. Eine ausführliche, auf Versuche gestützte Diskussion der übrigen Möglichkeiten, daß die Bewegungsempfindungen vom Bindegewebe und den Knochen, der Haut, den Muskeln, dem Blute, den Augen, dem Hirn abhängen, läßt nur die bereits mitgeteilte Auffassung als berechtigt erscheinen. Kaum eine andere Arbeit Machs ist so bewegt, so reich an dramatischer Spannung wie diese, der logische Aufbau, die Klarheit der Formulierung, die Feinheit der Beobachtungen, die überall durchleuchtende Freude des Experimentators an der fortschreitenden Aufhellung des Problems erzeugen beim Leser jene ästhetische Wirkung, die, wie Mach gelegentlich ausgeführt hat, durch die Romantik und Poesie der Forschung ausgelöst wird und die Boltzmann

in seiner Gedenkrede auf Kirchhoff in begeisterten Worten als eine charakteristische Eigentümlichkeit bedeutender mathematischer Untersuchungen gepriesen hat. Diese Arbeit bildet auch ein schönes Dokument für Machs Charakter. Die rückhaltlose Würdigung der in die gleiche Zeit fallenden Untersuchungen Breuers über denselben Gegenstand, die diesen Forscher zu einem ähnlichen Resultat führten, ist ein Zeichen vornehmster Gesinnung, die in dem nach dem gleichen Ziele Strebenden nicht einen unbequemen Konkurrenten, sondern einen willkommenen Mitarbeiter erblickt.

Diese Arbeit ist ferner ausgezeichnet durch ihren Reichtum an sonstigen sinnesphysiologischen Beobachtungen und Bemerkungen, so z. B. über die allgemeine Theorie der Nachwirkungen. Es ist weiter beachtenswert, daß sie die erste Formulierung der allgemeinen erkenntnistheoretischen Auffassungen bringt, die Mach später in seiner „Analyse der Empfindungen" vertieft und ausgeführter darlegt.

Von den übrigen sinnesphysiologischen Arbeiten Machs sei nur noch eine kurz erwähnt, welche bei der Deutung der von Haga und Wind unternommenen Versuche über die Beugung der Röntgenstrahlen eine Rolle gespielt hat. Die auf den Photographien sichtbaren Randstreifen der Beugungsspalte sind nicht objektiv vorhanden, sondern kommen dadurch zustande, daß die objektive Lichtverteilung nach dem subjektiven Eindruck beurteilt wird. Der subjektive Eindruck der Beleuchtung einer Netzhautstelle hängt aber, wie Mach (1866—1868) gezeigt hat, von

dem Mittel der Abweichungen der Beleuchtung der Nachbarstellen ab.

Wir wenden uns nun den physikalisch-historischen Untersuchungen Machs zu. Sie sind in einigen Abhandlungen und fünf größeren Schriften niedergelegt, von denen eine noch nicht erschienen ist. Die vier vorliegenden sind: Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit (Prag 1872); Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt (1883); Die Prinzipien der Wärmelehre historisch-kritisch entwickelt (1896); Kultur und Mechanik (1915). Es steht noch aus die Geschichte der Optik.

Mach wurde schon frühzeitig durch sein erkenntnistheoretisches Interesse für die allgemeinen Probleme der Physik und mit den Versuchen ihrer Bewältigung zusammenhängenden Begriffsbildungen zu physikalisch-historischen Studien geführt. Er begann mit denselben nach seiner eigenen Angabe etwa um das Jahr 1863. Man kann diese Studien geradezu als erkenntnistheoretische in dem Sinne bezeichnen, als sie die Bildung von Erkenntnis historisch klarzulegen unternehmen, damit Einsicht in Struktur des Vorganges der Erkenntnisgewinnung vermitteln und schließlich die für die Bestimmung des Begriffes der Erkenntnis notwendigen Merkmale desselben induktiv erfassen lehren. Die erste bedeutende Veröffentlichung Machs auf diesem Gebiete war die 1872 in Prag bei Calve (2. Aufl. Leipzig 1909, A. Barth) erschienene Schrift über die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit. In dieser Schrift tritt

uns Machs selbständige Gedankenwelt bereits in ihren Hauptzügen vollendet entgegen, sie zeigt, daß Mach um diese Zeit bereits auf dem Gipfel seines Anstieges angelangt war. Er war damals schon mit sich im reinen, seine Orientierung bereits im wesentlichen festgelegt. Alle seine späteren Arbeiten stellen eine Entwicklung und Weiterführung, in theoretischer und experimenteller Hinsicht, der in dieser Schrift entwickelten Gedanken dar. Die Schrift gibt eine historisch-kritische Untersuchung des Prinzips der Erhaltung der Energie, das sich bei einer bloß an die Jahreszahlen haltenden historischen Betrachtung als die Ausdehnung des in der Mechanik formulierten Satzes von der Erhaltung der Arbeit auf das Gesamtgebiet der physikalischen Erscheinungen darstellt. Dieser Auffassung gegenüber unternimmt Mach den Nachweis, daß das Prinzip nicht mechanischen Ursprungs sein kann, weil es, wie die historisch-kritische Analyse zeigt, in der Form des Satzes vom ausgeschlossenen Perpetuum mobile an dem Aufbau der Mechanik beteiligt war. In diesem Satz vom ausgeschlossenen Perpetuum mobile erkennt Mach eine Form des Kausalgesetzes, welches nach seinen Darlegungen nichts anderes bedeutet als die Voraussetzung, daß die Erscheinungen voneinander abhängen, oder anders ausgedrückt, daß jede Erscheinung eine Funktion anderer Erscheinungen ist. Im Zusammenhang mit diesen Überlegungen wird an den philosophischen Formulierungen des Kausalgesetzes, speziell an der Formulierung Fechners Kritik geübt. Fechner definierte als Inhalt des Kausalgesetzes: „daß überall und zu allen Zeiten, insoweit dieselben

Umstände wiederkehren, auch derselbe Erfolg wiederkehrt, soweit nicht dieselben Umstände wiederkehren, auch nicht derselbe Erfolg wiederkehrt". Mach betont, daß das ausdrückliche Hineinziehen des Räumlichen und Zeitlichen in das Kausalgesetz zumindest überflüssig sei. Da wir nämlich das, was wir Raum und Zeit nennen, wieder nur an gewissen Erscheinungen erkennen, so sind räumliche und zeitliche Bestimmungen gleichfalls nur Bestimmungen durch andere Erscheinungen. Die Zeit wird gegeben durch den Drehungswinkel der Erde, die Raumlagen erkennen wir durch gewisse Affektionen unserer Netzhaut, unserer optischen oder anderer Meßapparate. Zaum und Zeit sind nicht selbständige Wesen, sondern Formen der Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander. „Der physikalische Raum, welchen ich im Sinne habe (und welcher zugleich die Zeit in sich enthält) ist also nichts anderes als Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander. Die vollendete Physik, welche diese Grundabhängigkeit kennen würde, hätte keine besonderen Raum- und Zeitbetrachtungen mehr nötig, denn diese wären ohnehin schon mit erschöpft." Wir werden auf die Bedeutung dieser Stelle noch zurückkommen; vorerst wollen wir aber in der Betrachtung des weiteren Inhaltes der Schrift fortfahren.

Aus den angeführten Überlegungen über das Kausalgesetz folgt, daß die Welt wie eine Maschine ist, bei der die Bewegung gewisser Teile durch die Bewegung anderer bestimmt ist (Kausalgesetz), allein über die Bewegung der ganzen Maschine ist nichts bestimmt. Wo die ganze Maschine sozusagen hinaus will, ist durch das Kau-

salgesetz nicht gesagt, kann auch durch keinerlei Forschung ermittelt werden, ist keine wissenschaftliche Frage.

Wenn wir von einem Ding in der Welt sagen, daß es in einer gewissen Zeit eine gewisse Änderung erleiden wird, so setzen wir es als abhängig von einem andern Teil der Welt, den wir als Uhr benützen. Wenn wir aber einen solchen Satz für die ganze Welt aussprechen, so begehen wir einen Fehler, weil wir dann nichts mehr übrig haben, worauf wir das Weltall wie auf eine Uhr beziehen könnten. Für das Weltall gibt es keine Zeit. Darum haben auch Sätze, wie der Satz von der Dissipation der Energie, auf das Weltall angewendet keinen Sinn. Dieser Satz führt da zu der Behauptung von dem dereinstigen „Wärmetod" des Weltalls. „Naturwissenschaftliche Sätze von der erwähnten Art scheinen mir schlimmer als die schlimmsten philosophischen." Diese Kritik Machs erscheint ganz besonders bemerkenswert. Denn gerade solch allgemeine, das ganze Weltall betreffende Sätze gleißen gewissermaßen als die berückendsten Blüten an dem Baume der Wissenschaft und nehmen das Interesse weitester Kreise in ganz anderer Weise gefangen als irgendwelche Detailfeststellungen. In ihnen glaubt man die Grundpfeiler für eine exakte Naturphilosophie zu erkennen. Um so wichtiger, um so bedeutungsvoller ist ihre kritische Analyse! Der Satz vom Wärmetod des Weltalls verletzt einen elementaren Instinkt. Es ist darum nicht zu verwundern, daß er auch solchen Forschern, welchen Machs kritische Betrachtungsweise fernliegt, Unbehagen verursacht. Boltzmann hat einen Ausweg vom Boden der

kinetischen Theorie der Materie aus gegeben. Das Verhältnis seiner Lösung zu der Machs kann hier nicht näher erörtert werden.

Im Zusammenhang mit der Analyse des Kausalgesetzes liegt die Erörterung der Aufgabe der Forschung und die Analyse der Natur der Wissenschaft nahe. Beides wird in der Schrift durchgeführt. Die Aufgabe der Forschung ist die Ermittelung der Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander. Die Inventarisierung der gefundenen Abhängigkeiten, die schließlich einen unermeßlichen Umfang annehmen würde, konstituiert aber noch nicht Wissenschaft. Die Wissenschaft kommt erst durch die ökonomische Darstellung der Forschungsergebnisse zustande. Diese erreicht sie durch die Formulierung von Gesetzen. Die Gesetze bieten einen bequemen und kompendiösen Ersatz für ein unzählige Einzelfälle umfassendes Inventar. Außer diesem Streben nach Zusammenfassung möglichst vieler Tatsachen in eine übersichtliche Form zeigt die Wissenschaft noch eine weitere Tendenz, die ebenfalls ökonomischer Art ist. Sie ist bemüht, die komplizierteren Tatsachen in möglichst wenige und möglichst einfache zu zerlegen. Diesen Vorgang nennen wir Erklären.

In vollständiger Übereinstimmung mit Mach, aber unabhängig von ihm, hat Kirchhoff in seinen Vorlesungen über Mechanik (1. Auflage 1876) als Aufgabe der Mechanik definiert: „Die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben.“ Kirchhoffs Formulierung wirkte wohl zunächst befremdend, hat aber in der deutschen theoretischen

Physik, so in den theoretischen Arbeiten von Heinrich Hertz, nachhaltigen Einfluß geübt. Machs Schrift blieb ziemlich unbeachtet, es ist daher begreiflich, daß auch heute noch sogar in Fachkreisen gelegentlich der Meinung Ausdruck gegeben wird, Mach habe seinen Standpunkt von Kirchhoff übernommen.

Im Dienste der beiden Funktionen der Wissenschaft stehen die Hypothesen und Theorien. Es ist wieder ökonomisch, wenn man versucht, neu entdeckte Erscheinungen auf die bestbekannten und geläufigsten zurückzuführen. Von diesem Gesichtspunkte aus würdigt Mach in rückhaltloser Weise die Bestrebungen, die ganze Physik auf Mechanik zurückzuführen. Da ihm aber die mechanischen Vorgänge nur psychologisch und historisch als Grundlage der Physik erscheinen, sieht er die zeitgenössische Physik mit ganz anderen Augen an als seine Zeitgenossen. Sein freier Standpunkt gegenüber der damals herrschenden Grundansicht läßt ihn Betrachtungen anstellen, die vielen als Ketzereien, ja vielleicht sogar als Spott erscheinen mußten. Von hier aus wird die Gereiztheit verständlich, welche aus einzelnen Polemiken gegen ihn herausklingt. Freilich, berechtigt war solche Gereiztheit nicht und Mach hat sie darum auch als persönliche Kränkung empfunden.

Nach Mach haben alle Theorien nur Bedeutung als Mittel der wissenschaftlichen Forschung. „Das Ziel der Naturwissenschaft ist der Zusammenhang der Erscheinungen. Die Theorien aber sind wie dürre Blätter, welche abfallen, wenn sie den Organismus der Wissenschaft eine Zeitlang in Atem gehalten haben." So ist denn auch der

Versuch, die gesamte Physik auf Mechanik zurückzuführen, nach Mach nur als ein Mittel der Forschung und Darstellung zu werten. Hierin stehen Maxwell und Hertz unserem Denker ganz nahe, auch Boltzmann finden wir gelegentlich auf diesem Standpunkt.

Unzertrennlich verbunden mit der mechanischen Physik ist die Atomistik. Aus den vorhergehenden Ausführungen ergibt sich schon der ablehnende Standpunkt, welchen Mach ihr gegenüber als einer fundamentalen Grundlage der Physik einnimmt. Aber er will sie nicht aus der Physik und Chemie verbannen, er läßt sie gerne als Forschungsmittel des Physikers und Chemikers gelten. Freilich findet sein freier Blick auch noch innerhalb der Atomtheorie Ansatzstellen für eine Kritik. Er wirft ihr Enge vor, die aus der Beschränkung auf das Gesehene und Getastete fließt. „Nun gibt es aber Wahrnehmungsformen anderer Sinne, die dem Raume vollständig analog sind, so die Tonreihe für das Gehör, die einem Raume von einer Dimension entspricht, mit welchen Formen wir uns nicht den gleichen Passus erlauben. Wir denken nicht alles klingend und stellen uns die Molekularvorgänge nicht musikalisch, nicht in Tonhöhenverhältnissen vor, obzwar wir dazu geradeso berechtigt sind, wie dazu, uns dieselben räumlich zu denken.“ Ebensowenig ist es notwendig, sich bei molekulartheoretischen Überlegungen auf den empirischen Raum zu beschränken, und so erörtert er denn auch die Möglichkeit, zur Darstellung der Struktur des Moleküls Mannigfaltigkeiten von mehr als drei Dimensionen heranzuziehen, also die Beziehung auf den empirischen

dreidimensionalen Raum aufzugeben. Wenn in neuerer Zeit A. Byk die Annahme diskutiert (Annalen der Physik 1913), daß im Innern des Atoms Nicht-Euklidische Geometrie mit positivem oder negativem Krümmungsmaß gilt, so bewegt er sich in der Richtung der von Mach angedeuteten Möglichkeit, die ausschließliche Beziehung auf den Raum der (klassischen) Physik fallen zu lassen.

Ungemein bezeichnend für Mach ist das Hereinspielen physiologischer Gesichtspunkte, welches zu der Betonung der erkenntnistheoretischen Gleichwertigkeit des Getasteten, Gehörten, Gesehenen usw. führt. Diese Erkenntnis gibt auch dem Problem der Fernwirkung ein neues Gesicht. Die Vorstellung einer Fernwirkung hat sehr bedeutenden Denkern Schwierigkeiten verursacht, da ein Körper nur da wirken könne, wo er ist. „Aber wo ist ein Körper? Ist er nur dort, wo wir ihn tasten? Kehren wir die Sache um! Ein Körper ist dort, wo er wirkt. Er nimmt einen kleinen Raum ein für das Getast, einen größeren für das Gehör, einen noch größeren für das Gesicht. Wie käme der Tastsinn dazu, uns allein zu diktieren, wo ein Körper ist?" Das sieht für eine oberflächliche oder in den eingeprägten Schulvorstellungen befangene Beurteilung einer geistreichen Spielerei gleich, eröffnet aber dem Denken eine neue Bahn. Dem Physiologen liegt, wie das Beispiel Herings zeigt, solche Betrachtung freilich näher als dem Physiker.

In ähnlicher Weise führt Mach an einem anderen Orte aus, daß von einer Sinnestäuschung nicht gesprochen werden darf, wenn man einen ins Wasser gesteckten Stab ge-

knickt sieht. Der Stab ist optisch tatsächlich geknickt, haptisch ist er es nicht. Erkenntnistheoretisch ist das Gesehene, die Knickung, gleichwertig mit dem Getasteten, der Nichtknickung. Welche Kraft intellektueller Erregung in einer solchen Bemerkung liegen kann, hat der Verfasser einmal staunend an der leidenschaftlichen Abwehr erfahren, der dieses Beispiel bei einem Philosophen begegnete. Dieses Erlebnis hat die Überzeugung des Verfassers von der noch lange nicht ausgeschöpften befruchtenden Wirkung der Machschen Erkenntnistheorie ungemein vertieft. Zur Sache selbst möge noch eine Bemerkung hinzugefügt werden. Wir sprechen in dem betrachteten Falle von einer Täuschung des Gesichtes; solche Wertung ist dem naiven Menschen natürlich, weil das Getast einen biologischen Vorrang vor dem Gesicht hat. Das Mehr an biologischer Bedeutung ist aber nicht maßgebend für die erkenntnistheoretische Wertung; wie Lichtenberg sagt[1]: „... das Mehr und Weniger ist für die eigentlich philosophische Betrachtung nichts“.

Im Jahre 1883 erschien Machs historisch-kritische Darstellung der Mechanik, von der 1912 die siebente Auflage herausgekommen ist. In diesem Buche zeigt sich der bedeutende Denker in seiner vollen Größe, eine reiche Fülle tiefer Gedanken ist hier in einfachster und durchsichtigster, ja geradezu in anmutiger Form vorgetragen. Es ist unmöglich, hier auf den Inhalt dieses Werkes näher einzugehen; es muß genügen, darauf hinzuweisen, daß es Klar-

[1]) Vermischte Schriften, 9. Bd., S. 149. (Göttingen bei Heinrich Dieterich 1806.)

heit überall dort bringt, wo sie am allernötigsten war und ist (erwähnt seien z. B. der Kraftbegriff, der Massenbegriff), und daß es das erste Werk der Selbstbesinnung in der Physik darstellt, welches gerade in der drängenden Flut der sich überstürzenden Entdeckungen und Fortschritte der modernen physikalischen Forschung von größter Bedeutung war und ist. Der Gegenwartswert dieses Buches ist heute noch nicht geringer als zur Zeit seines ersten Erscheinens und es werden noch Jahrzehnte vergehen, ehe es, weil seine Gedanken Gemeingut der wissenschaftlichen Tradition geworden, zu den klassischen Werken versammelt sein wird, welche zwar allgemein als berühmt bekannt sind, aber nur mehr von sehr wenigen gelesen werden. In diesem Buche werden Gedanken, welche in der Schrift über die Erhaltung der Arbeit nur knapp vorgetragen oder erst angedeutet sind, näher ausgeführt und ergänzt. Mit allem Nachdruck wird der Standpunkt vertreten und eingehend begründet, daß jede wissenschaftliche Erklärung ökonomische Beschreibung ist. Seiner allgemeinen, durch die kritische Untersuchung naturwissenschaftlicher Erkenntnis gewonnenen Auffassung entsprechend, daß die Naturwissenschaft nur Abhängigkeiten der Erscheinungen voneinander vorfinde und zu untersuchen habe, vertritt Mach streng die Relativität aller Bewegung, auch der drehenden, eine Lehre, die ihm die Gegnerschaft bedeutender Physiker eingetragen hat. Die neueste Entwicklung der Relativitätstheorie hat die Bedeutung dieser von manchen wie eine Ketzerei eingeschätzten Lehre Machs klar zutage treten lassen und die Gegner verstummen ge-

macht. Mach ist der Vorläufer der allgemeinen Relativitätstheorie und hat ihr lange vor Einstein und Minkowski den Boden bereitet. Einstein selbst betont in seinem Nachruf auf Mach (Physikalische Zeitschrift 1. April 1916), „daß Mach die schwachen Seiten der klassischen Mechanik klar erkannt hat und nicht weit davon entfernt war, eine allgemeine Relativitätstheorie zu fordern, und dies fast vor einem halben Jahrhundert! Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Mach auf die Relativitätstheorie gekommen wäre, wenn in der Zeit, als er jugendfrischen Geistes war, die Frage nach der Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit schon die Physiker bewegt hätte". Einstein hebt am angegebenen Orte auch mit Wärme hervor, daß er insbesondere durch Hume und Mach direkt und indirekt sehr gefördert worden sei, und verweist nachdrücklich auf Machs Mechanik, denn „dort finden sich Gedanken meisterhaft dargelegt, die noch keineswegs Gemeingut der Physiker geworden sind". Diese Stellungnahme Einsteins sei hier angemerkt, weil Machs Gegner, worauf wir weiter unten zurückkommen werden, seiner Gedankenwelt einen hemmenden Einfluß auf das Fortschreiten der physikalischen Forschung zugeschrieben haben.

Einstein bezieht sich in seiner Würdigung auf Machs Ausführungen über Newtons Ansichten von Zeit, Raum und Bewegung, sowie seine Kritik des Newtonschen Eimerversuches, die oben mitgeteilte Stelle aus der Schrift über die Erhaltung der Arbeit dürfte seiner Aufmerksamkeit entgangen sein. Der physikalische Raum, von welchem Mach dort spricht, dieser Raum, der zugleich die Zeit in

sich enthält, mutet wie eine Vorahnung der Minkowskischen Fassung der Relativitätstheorie an. Lagrange führt im Artikel 185 seiner „Théorie des fonctions analytiques“ (erschienen im Jahr 5 der Republik) folgendes aus[1]): „Ich will nun die Theorie der Funktionen in Beziehung auf die Mechanik betrachten. Hier beziehen sich die Funktionen ihrem Wesen nach auf die Zeit — und da die Lage eines Raumpunktes von drei rechtwinkeligen Koordinaten x, y, z abhängt, werden diese Koordinaten als Funktionen der Zeit t zu betrachten sein. Also kann man die Mechanik als eine vierdimensionale Geometrie ansehen und die mechanische Analyse als eine Erweiterung der geometrischen.“ Fechner beschäftigt sich in einer seiner klassischen kleinen Schriften, die er unter dem Decknamen eines Dr. Mises veröffentlicht hat, mit der Frage, wieviel Dimensionen der Raum hat. Er behauptet, er habe deren vier. Die vierte Dimension sei uns auch zugänglich. Unsere dreidimensionale Körperwelt ist ein Schnitt durch die vierdimensionale, alle Bewegungen in der dreidimensionalen beruhen darauf, daß die Körper sich in Wirklichkeit auch in die vierte Dimension erstrecken, unser dreidimensionaler Raum sich als Ganzes in der Richtung der vierten Dimension verschiebt, wodurch immer neue dreidimensionale Ausschnitte aus der vierdimensionalen Welt für uns wahrnehmbar werden. Nach dieser Vorstellung ist also Vergangenes, Gegenwärtiges und Zukünftiges der dreidimensionalen Welt für ein wahrnehmendes Wesen

[1]) Ich verdanke den Hinweis auf diese Stelle meinem Kollegen Professor Dr. Philipp Frank.

der vierdimensionalen Welt gleichzeitig da, wir dreidimensionale Erdenbewohner können es aber nur in zeitlicher Aufeinanderfolge erfahren. Auch Lagrange und Fechner erscheinen sonach als Vorläufer der Ideen Minkowskis, sie sind aber von ihm viel weiter entfernt als Mach. Lagrange scheint überhaupt nur die formale Behandlung der mechanischen Probleme im Auge zu haben. Fechner ringt vor allem nach einem freieren philosophischen Standpunkt (wenn er auch dieses Ringen unter einer halb scherzhaften Form verbirgt), die Beschränkung auf die Phoronomie aber, welche seiner Darstellung zugrunde liegt, führt ihn zu einem vierdimensionalen Raum, welcher die gesamte Fülle der physikalischen Erscheinungen nicht zu fassen vermag. Mach aber will seinen physikalischen Raum, welcher zugleich die Zeit in sich enthält, das ist also die Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit durch die Abhängigkeiten der physikalischen Erscheinungen voneinander, welche eine vollendete Physik kennen würde, bestimmt sehen. Wenn es also nach Einstein nicht unwahrscheinlich ist, „daß Mach auf die Relativitätstheorie gekommen wäre, wenn in der Zeit, als er jugendfrischen Geistes war, die Frage nach der Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit schon die Physiker bewegt hätte", so dürfen wir aus der oben angeführten Stelle der Schrift über die Erhaltung der Arbeit den Schluß ziehen, daß es nicht unwahrscheinlich ist, daß er seine Relativitätstheorie in die Gestalt zu gießen versucht hätte, welche Minkowski der Relativitätstheorie gegeben hat.

Auf die kritische Geschichte der Wärmelehre soll nur ganz

3*

kurz hingewiesen werden. Es dürfte ausreichend sein, die strenge begriffliche Scheidung zwischen der rein phänomenologischen Thermodynamik mit ihren beiden Hauptsätzen und der mechanischen Wärmetheorie hervorzuheben. Dies gibt wiederum Anlaß, die mechanische Physik unter die kritische Lupe zu nehmen. Mach anerkennt neuerdings die Bedeutung der mechanistischen Grundauffassung für die Forschung und billigt die Darstellung physikalischer Vorgänge durch mechanische und die Erläuterung derselben durch mechanische Analogien. Einen ähnlichen Standpunkt finden wir bei Maxwell und Hertz. Nimmt man aber die Versuche der mechanischen Darstellung, wie Mach sagt, „gar zu ernst und buchstäblich", so erhält man „eine recht künstliche Darstellung der Welt, in welcher wir kaum die Wirklichkeit wiedererkennen. Und tatsächlich erscheint Menschen, welche sich längere Zeit der mechanisch-atomistischen Naturauffassung hingegeben haben, die uns bestvertraute Sinnenwelt plötzlich als das größte Welträtsel". Machs Ideal ist die rein phänomenologische Physik. Er nimmt gegenüber der mechanistischen Grundauffassung in der Physik und Chemie ungefähr denselben Standpunkt ein wie gegenüber der Stofftheorie in der Wärmelehre. Die Bedeutung, welche diese Theorie für die Entwicklung der Wärmelehre gehabt hat, ihre Rolle als Bildnerin fundamentaler Begriffe, die eine selbständige die Lebenszeit der Theorie, der sie entsprossen sind, überdauernde Existenz innerhalb der Wärmelehre gewonnen haben, ist von Mach sehr liebevoll dargestellt worden. Die Stofftheorie der Wärme liefert ein schönes Beispiel für die

Funktion, welche Mach der Theorie in der Wissenschaft überhaupt zuschreibt.

Wir wenden uns nun dem Werke zu, in welchem Mach seinen sinnesphysiologischen und psychologischen Studien eine zusammenfassende Darstellung gegeben und in welchem er die Synthese seiner Auffassung physikalischer, physiologischer und psychologischer Probleme in der Formulierung seines allgemeinen erkenntnistheoretischen Standpunktes niedergelegt hat. Dieses Werk führt den Titel: Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. Es erschien das erstemal im Jahre 1885 und liegt jetzt (1918) in siebenter Auflage vor. Die zweite Auflage erschien aber erst im Jahre 1900. Aus diesen Angaben läßt sich abnehmen, wie außerordentlich das Interesse an der Denkrichtung Machs in den letzten zwei Jahrzehnten gewachsen ist.

Dieses Werk Machs gestattet uns wohl den tiefsten Einblick in die feinsten und letzten Wurzeln seiner geistigen Persönlichkeit. Was wir, die Einzelleistungen in seinen verschiedenen Arbeitsrichtungen zurückverfolgend, als gemeinsamen Ausgangspunkt erschließen können, tritt uns hier ganz unmittelbar als der Urgrund entgegen, aus welchem seine vielspältige Arbeit Antrieb und Richtung erhält. Hier enthüllt sich ein Geist, dem durch die Forschung in einem Einzelgebiete nicht Genüge geschieht, ein Geist, der nach dem Archimedischen Punkte ringt, ein wahrhaft philosophischer Geist, der aus seiner Natur heraus ein gemeinsames Fundament für alle die verschiedenen Zweige der Forschung suchen muß, die um eine exakte Er-

kenntnis bestimmter Ausschnitte aus der Welt der Tatsachen ringen. Das intellektuelle Unbehagen, welches sich beim Übergang von physikalischen zu physiologischen und psychologischen Problemen unter Festhaltung einer speziellen, etwa mechanischen Grundauffassung einstellt, wird für einen solchen Geist zur treibenden Kraft, einen allgemeinen Standpunkt zu suchen, der kein solches Unbehagen nach sich zieht und daher auch nicht letzten Endes zu einer Resignation führt, die jede weitere Bemühung als aussichtslos und vergeblich erscheinen läßt. Die Methode seines Suchens aber war bestimmt durch die in seinen physikalisch-historischen und sinnesphysiologischen Arbeiten bewährte Ansicht, daß alles Metaphysische als müßig und die Ökonomie der Wissenschaft störend auszuschalten sei.

Unser Erleben zeigt uns eine innige Verflechtung physikalischer, physiologischer und psychischer Vorgänge. Um sie der wissenschaftlichen Zusammenfassung zugänglich zu machen, welche dieser Verflechtung Rechnung trägt, ist also eine einheitliche Grundauffassung zu suchen, von welcher aus in jedes Einzelgebiet vorgedrungen werden kann. Eine solche Grundansicht ist eben die mechanische (oder wie wir hinzufügen können, jede sonst denkbare physikalische) Weltansicht nicht. Sie führt beim Übergang zur Psychologie zu Emil du Bois-Reymonds Ignorabimus. Der entgegengesetzte Versuch, vom Psychischen auszugehen, der zum Solipsismus führen muß, wenn er folgerichtig durchgeführt wird, stößt auf Schranken, die in gleicher Weise unüberwindlich sind. In ernsthafter Weise ist dieser Versuch in der Wissenschaft niemals wirksam

geworden. Die Versuche, eines der in so inniger Verflechtung sich darstellenden Tatsachengebiete zum Ausgangspunkt einer einheitlichen Betrachtung zu machen, die nicht von vornherein einzelne Problemgruppen als ewig unlösbar hinstellen will, sind als gescheitert anzusehen. Die erwünschte einheitliche Grundauffassung kann nur auf einem anderen Wege zu erreichen versucht werden. Machs Aufstellung einer solchen einheitlichen Grundansicht haben die Zeitgenossen die Machsche Philosophie genannt. Mach selbst aber lehnt den Titel eines Philosophen ab. Er will keine gundsätzlich neue Philosophie aus der Wiege heben, sondern eine alte, abgestandene aus der Naturwissenschaft entfernen. „Das Land des Transzendenten ist mir verschlossen. Und wenn ich noch hinzufüge, daß dessen Bewohner meine Wißbegierde gar nicht zu reizen vermögen, so kann man die weite Kluft ermessen, welche zwischen vielen Philosophen und mir besteht." Eine abgeschlossene Weltanschauung zu geben lag ihm fern: „Die höchste Philosophie des Naturforschers besteht eben darin, eine unvollendete Weltanschauung zu ertragen, und einer scheinbar abgeschlossenen, aber unzureichenden vorzuziehen." Wie aus diesen Stellen hervorgeht, richtet sich seine Absage nicht bloß gegen die Metaphysik, sondern auch gegen die Aufstellung eines abgeschlossenen Weltbildes. Um Machs Stellungnahme zu verstehen, muß man sich klar machen, daß er das Hindernis nicht darin sieht, daß die Forschung das Material der Erfahrung immer mehr vergrößert und daß ein Ende dieses Prozesses nicht absehbar ist, sondern darin, daß er den Versuch der Aufstellung

eines definitiven Rahmens, in welchen dieses Erfahrungs-material eingeschlossen werden kann, für unwissenschaftlich hält. Nach seiner Ansicht kann man nicht behaupten und beweisen, daß ein solcher Rahmen, daß eine Philosophie, welche die gesamte Erfahrung von heute widerspruchsfrei in sich begriffe, auch noch die Erfahrung von morgen aufnehmen könnte. Es bleibt die Möglichkeit offen, daß durch die Erweiterung des Tatsachenmaterials eine Sprengung dieses Rahmens notwendig werden könnte. Der Versuch der Aufstellung einer geschlossenen Weltansicht, welche mehr als Hypothese sein will, setzt die Überzeugung voraus, daß eine Weltansicht denkbar ist, welche alle zukünftige Erfahrung in sich aufnehmen kann. Solche Überzeugung könnte nur transzendenter Natur, sie kann nicht Ergebnis der Erfahrung sein. Eine wissenschaftliche Weltanschauung muß daher die Eigenschaft aller Erfahrung teilen, niemals vollendbar zu sein. In diesem Sinne sagt er von der Grundansicht, die er aufgestellt hat: „Es gibt — keine Machsche Philosophie, sondern höchstens eine naturwissenschaftliche Methodologie und Erkenntnispsychologie, und beide sind, wie alle naturwissenschaftlichen Theorien, vorläufige unvollkommene Versuche.“

Bei der Aufsuchung eines Standpunktes, den er nicht zu wechseln brauchte, wenn er von der Physik zur Physiologie und Psychologie überging, ging Mach von dem natürlichen Weltbild aus, wie es ein jeder Mensch ohne sein Zutun bei geistigem Erwachen in sich vorfindet. Mach analysiert das natürliche Weltbild; das Ergebnis der Ana-

lyse ist seine Elementenlehre. Die physischen Befunde lassen sich in derzeit nicht weiter auflösbare Elemente auflösen: Farben, Töne, Drücke, Wärmen, Räume, Zeiten usw. Diese Elemente zeigen sich abhängig sowohl von Umständen, welche außerhalb der räumlichen Umgrenzung des eigenen Körpers, als auch von solchen, welche innerhalb derselben liegen. Insofern und nur insofern letzteres der Fall ist, nennen wir diese Elemente auch Empfindungen. Das Physische und das Psychische enthält also gemeinsame Elemente — wo Mach für „Element, Elementenkomplex" die Bezeichnung „Empfindung, Empfindungskomplex" gebraucht, muß man sich gegenwärtig halten, „daß die Elemente nur in der bezeichneten Verbindung und Beziehung, in der bezeichneten funktionalen Abhängigkeit Empfindungen sind. Sie sind in anderer funktionaler Beziehung zugleich physikalische Objekte". Unter den Elementen gibt es eine Gruppe von Elementen, wie Willensregungen, Gefühle, Erinnerungsbilder usw. Das natürliche Weltbild bezeichnet relativ beständige Elementenkomplexe von Farben, Tönen, Wärmen, Drücken usw., als Körper; unter diesen findet sich ein durch Besonderheiten ausgezeichneter Komplex, der unser Leib heißt. Der Komplex der Elemente Willensregungen, Gefühle, Erinnerungsbilder usw. wird gewöhnlich mit dem Komplex „Leib" vereinigt als „Ich" der Körperwelt entgegengestellt, zuweilen wird auch der erste Komplex allein als „Ich", alle anderen Komplexe einschließlich des Leibes als Körperwelt zusammengefaßt. Bei genauer Beobachtung zeigt sich, daß alle diese Komplexe miteinander funk-

tional zusammenhängen. Änderungen in der „Körperwelt“ ziehen Änderungen im „Ich“ nach sich, aber auch umgekehrt. Das natürliche Weltbild und damit das gewöhnliche Denken und Sprechen sind bestimmt durch die Stärke des Zusammenhanges zwischen den Elementenkomplexen, welche die Sonderung der Gruppen „Ich“ und „Körperwelt“ ohne Zutun des Nachdenkens herbeiführen. Verschiedene Umstände, darunter vor allem die biologische Bedeutung, verhindern, daß die Fortpflanzung mancher Veränderungen aus dem einen Komplex in den andern, insbesondere aus dem „Ich“ in die „Körperwelt“ beachtet wird. Erst der Imperativ des wissenschaftlichen Forschungsdranges erzwingt die Einstellung der Aufmerksamkeit auf die hierhergehörigen Tatsachen.

Der Komplex aller Elemente bildet die Welt. Diese ist aber ein zusammenhängender Komplex, welcher, an irgendeinem Element angefaßt, ganz in Bewegung gerät. Freilich ist die Ausdehnung des Bereiches, innerhalb welches die Bewegung auffallend ist, je nach dem Ausgangselement sehr verschieden. „Ein Magnet in unserer Umgebung stört die benachbarten Eisenmassen, ein stürzendes Felsstück erschüttert den Boden, das Durchschneiden eines Nerven aber bringt das ganze System von Elementen in Bewegung. Ganz unwillkürlich führt das Verhältnis zu dem Bilde einer zähen Masse, welche an mancher Stelle (dem Ich) fester zusammenhängt.“

Mach bestreitet die Möglichkeit, die Welt mit absoluten Begriffen aufbauen zu können. Wir sind nur imstande, das gegebene natürliche Weltbild zu analysieren.

Das derzeitige Ende dieser Analyse sind die Elemente, die bisher nicht weiter zerlegt werden konnten, ohne daß die Möglichkeit auszuschließen ist, daß die Analyse derselben in Zukunft noch weiter getrieben werden kann. Für diesen Standpunkt gibt es keine Kluft zwischen Körpern und Empfindungen, zwischen außen und innen, zwischen der materiellen und der geistigen Welt. Das Hineindenken in diesen Standpunkt ist freilich nicht leicht. Es erfordert radikale Ausstoßung der an das natürliche Weltbild anknüpfenden Denkgewohnheiten, welche um so schwerer fällt, als sich diese nicht bloß für das Leben, sondern auch innerhalb der Spezialwissenschaften als außerordentlich tragfähig erwiesen haben. So daß es nicht zu verwundern ist, daß Machs Standpunkt selbst von hervorragenden Forschern, die innerhalb ihrer Wissenschaft außerordentliche Kraft der Abstraktion bewährt haben, mit Leidenschaft bekämpft worden ist.

In Machs Anschauungskreis ist kein Platz für den philosophischen Begriff der Substanz. Wir sind gewöhnt, einen Körper als etwas Beständiges anzusehen. Indem wir nun einmal dies, ein andermal ein anderes sinnliches Element weglassen, ohne daß der Rest aufhörte, den Körper zu repräsentieren, in Erinnerung zu rufen, geraten wir auf die Vorstellung, daß noch immer etwas übrig wäre, wenn wir alle Elemente wegließen, es bildet sich die Vorstellung eines außersinnlichen Trägers der Eigenschaften, einer Substanz des Körpers im philosophischen Sinne. Diese Idee zerfließt aber in der Analyse, sie erweist sich als ein Produkt der dichtenden Phantasie. Be-

ständiger als alles, was man bisher Substanz genannt hat, erweist sich die Beständigkeit der Verbindung der Reaktionen, welche die physikalischen Sätze darlegen, sie sind die höchste Substanzialität, welche die Forschung bisher enthüllen konnte.

Besonderer Hervorhebung bedarf auch in dieser knappen Übersicht die in der vorstehenden Darlegung der Elementenlehre schon angedeutete Beantwortung des Ich-Problems, welche Mach vom Standpunkt seiner Grundansicht entwickelt. Nicht das Ich ist für Mach das Primäre, sondern die Elemente. „Die Elemente bilden das Ich. Ich empfinde Grün, will sagen, daß das Element Grün in einem Komplex von anderen Elementen (Empfindungen, Erinnerungen) vorkommt. Wenn ich aufhöre Grün zu empfinden, wenn ich sterbe, so kommen die Elemente nicht mehr in der gewohnten, geläufigen Gesellschaft vor. Damit ist alles gesagt." Für die Spezialforschung ist es unter Umständen zweckmäßig, nicht bis auf die Elemente zurückzugehen, sondern mit Elementenkomplexen zu beginnen oder auch dauernd zu operieren. Solche Elementenkomplexe sind für den Physiker die Körper, für den Psychologen das Ich. Soweit ist alles in Ordnung. Die Scheinprobleme entstehen mit Bildung des Substanzbegriffes (Materie, Seele); solche Probleme lassen sich nur auflösen, wenn man die Komplexe analysiert und auf die Elemente zurückgeht. Die Welt besteht also für Mach nicht aus rätselhaften Wesen, den „Körpern", welche mit einem andern ebenso rätselhaften Wesen, dem „Ich", die allein zugänglichen „Empfindungen", wie

Farben, Räume, Zeiten, Töne usw. erzeugen; vielmehr sind die Farben, Räume, Zeiten, Töne usw. die vorläufig letzten Elemente, welche die Körper, welche das Ich aufbauen. Die Aufgabe der Forschung ist es, den gegebenen Zusammenhang dieser Elemente, ihre funktionale Abhängigkeit voneinander aufzudecken. Untersuchen wir die Abhängigkeiten zwischen Elementen der Körperwelt, so treiben wir Physik (im weitesten Sinn), untersuchen wir die Abhängigkeiten zwischen Elementen der Körperwelt und des Ich, so treiben wir Physiologie und Psychologie. Die große Kluft zwischen physikalischer und psychologischer Forschung verschwindet aber von dem Standpunkt der Elementenlehre: „Eine Farbe ist ein physikalisches Objekt, sobald wir z. B. auf ihre Abhängigkeit von der der beleuchtenden Lichtquelle (andern Farben, Wärmen, Räumen usw.) achten. Achten wir aber auf ihre Abhängigkeit von der Netzhaut, so ist sie ein psychologisches Objekt, eine Empfindung. Nicht der Stoff, sondern die Untersuchungsrichtung ist in beiden Gebieten verschieden."

In der Erforschung der funktionalen Abhängigkeiten besteht die Ergründung der Wirklichkeit. Auch hier dürfen wir uns durch die für praktische Zwecke gebildeten Zusammenfassungen, wie Körper, Ich, Geist, Materie ..., nicht hindern und durch ihre biologische Bedeutung in ihrer erkenntnistheoretischen Beurteilung nicht verführen lassen.

Bemerkenswert ist, was Mach über die Einstellung des Spezialforschers z. B. des Physikers gegenüber erkenntniskritischen Erwägungen sagt. Er ist der Ansicht,

daß sich der Spezialforscher durch solche Überlegungen nicht allzusehr beunruhigen zu lassen braucht. Seine Begriffe würden, sofern sie sich als unzureichend erweisen sollten, schnell genug durch die Tatsachen berichtigt. Wenn es sich aber um die Verbindung von Nachbargebieten von verschiedenem und eigenartigen Entwicklungsgang handelt, so kann dieselbe nicht mit Hilfe der beschränkteren Begriffe eines engen Spezialgebietes vollzogen, hier müssen durch allgemeinere Erwägungen für das weitere Gebiet ausreichende Begriffe gebildet werden. „Nicht jeder Physiker ist Erkenntniskritiker, nicht jeder muß oder kann es auch nur sein. Die Spezialforschung beansprucht eben einen ganzen Mann, die Erkenntnistheorie aber auch." Aus dem letzten wörtlich angeführten Satz klingt ein Ton der Abwehr. In der Tat ist auch diese ganze Auseinandersetzung eine Antwort an Max Planck.

Mach hat das nicht seltene Schicksal bedeutender Denker, die einen neuen Standpunkt der Weltbetrachtung gefunden haben, reichlich an sich erfahren. Bei aller Anerkennung für die Einzelleistungen Nichtbeachtung, Mißverständnis oder scharfe Opposition gerade gegen die Hauptgedanken, welche in der Geschichte der Wissenschaft seiner Erscheinung das charakteristische Gepräge geben werden. Es ist ganz natürlich, daß der Widerspruch aus jenem Arbeitsgebiet am lautesten tönte, aus welchem Mach seinen Aufstieg zu den allgemeinen Problemen genommen hat: der Physik. Seine Stellung zur Atomtheorie mußte zu prinzipiellen Erörterungen führen, als diese Theorie einen erneuten Aufschwung nahm, und von

da aus führte die Betrachtung folgerichtig zur Kritik seiner Wissenschaftstheorie überhaupt. Das Prinzip der Ökonomie wurde als hemmend, den Flug der Phantasie lähmend gebrandmarkt. Gegen diesen Vorwurf ist zu erwidern, daß das Ökonomieprinzip von Mach nicht als Regula philosophandi aufgestellt, sondern auf Grundlage seiner kritischen und historisch-kritischen Untersuchungen als Ausdruck der Tendenz ausgesprochen wurde, welche das Werden der Wissenschaft und ihre weitere Entwicklung beherrscht. Daraus folgt aber nicht, daß der Einzelne seine Arbeit durch dasselbe bewußt bestimmen lassen müsse oder solle. Der Weg des einzelnen Forschers sowohl als der ganzer Epochen ist nicht immer der kürzeste, das Ökonomieprinzip ist gewissermaßen ein makroskopischer Satz wie der zweite Hauptsatz der Thermodynamik es vom Standpunkt der mechanischen Theorie der Wärme aus ist. Der Einzelne folgt dem Ökonomieprinzip, auch wenn er sich auf einem Wege befindet, der später verlassen wird. Als Newton seine Lichttheorie aufstellte, strebte er zu dem Ziele, einen Rahmen zu schaffen, der nicht nur die von ihm in Betracht gezogenen optischen Erscheinungen umfassen sollte, genau so wie Huyghens mit seiner Lichttheorie, aber keiner von beiden konnte voraussehen, wie sich seine Theorie gegenüber neuen Entdeckungen der Zukunft bewähren würde. Es ist gar nicht nötig, daß sich der Einzelne bei seiner wissenschaftlichen Forschungsarbeit ökonomische Gesichtspunkte zum Leitmotiv nimmt, denn in der Forschungsarbeit an sich liegt eine ökonomische Tendenz. Damit entfällt auch die Schwierigkeit, im Einzel-

fall festzustellen, worauf sich die Forderung der Ökonomie eigentlich beziehen solle. „Für den einen bedeutet sei ein Minimum an Hypothesen, für den anderen etwa ein Minimum an Energiearten.“ (Frank: Die Bedeutung der physikalischen Erkenntnistheorie Machs für das Geistesleben der Gegenwart. Die Naturwissenschaften, 5. Jahrgang, Heft 5, 2. Februar 1917, S. 69.) Für das Machsche Prinzip ist das gleichgültig, es kommt auf „Bequemlichkeit und Ersparnis im Denken“ an, was, wie wir hinzufügen können, für den experimentellen Forscher das Minimum an Aufwand von Versuchen und Apparatur zur Erreichung des erstrebten Zieles bedeutet. Innerhalb seiner Grundauffassung gehorcht auch der Atomist dem Ökonomieprinzip, ob er bei seiner Arbeit daran denkt oder nicht; für den Experimentator ist es stets bewußt leitender Gesichtspunkt wie für den konstruierenden Techniker. Diese Tatsache ist gewissermaßen ein experimenteller Beweis für das Machsche Prinzip. Sieht man näher zu, so zeigt sich auch, daß der erwähnte Vorwurf in Wirklichkeit gegen Machs Ideal einer phänomenologischen Physik gerichtet ist und das Ökonomieprinzip nur insofern berührt, als dieses für Mach das Motiv für die Bevorzugung der phänomenologischen gegenüber der atomistischen Physik ist.

Wir sind der Meinung, daß selbst die Anerkennung der Moleküle und Atome als „Realitäten“, die Mach abgelehnt hat[1]), dem Ideal der phänomenologischen Phy-

[1]) Welchen heuristischen Wert Mach der Atomtheorie beigelegt hat, geht vielleicht am besten daraus hervor, daß er

sik nicht widerspricht. Es erscheint uns nicht ausgeschlossen, daß die jüngsten Untersuchungen über Brownsche Bewegung, über die Interferenz der Röntgenstrahlen u. ä. Mach selbst bewogen haben könnten, Moleküle und Atome als „beständige Elementenkomplexe“ anzuerkennen. Sobald aber die Tatsachen zu der Überzeugung führen, daß Moleküle und Atome in diesem Sinne Realitäten sind, hat der Physiker das Recht, sie in dem Aufbau seiner Wissenschaft genau so zu verwenden wie die „Körper“ selbst. Sie werden dann eben Bausteine für das Gebäude der physikalischen Phänomenologie, das nun zwar eine Verfeinerung seiner Struktur, aber keine prinzipielle Veränderung erfährt. Die Machsche Konstatierung, daß die Physik „ökonomische Beschreibung“ ist, wird dadurch ebensowenig erschüttert als seine Lehre, daß die mechanistische Grundansicht nicht fähig ist, der Gesamtheit des Geschehens gerecht zu werden. Man kann sich vom Machschen Standpunkt aus ohne Widerspruch die spöttische Bemerkung Plancks zu eigen machen: „Es würde mich gar nicht wundern, wenn ein Mitglied der Machschen Schule eines Tages mit der großen Entdeckung herauskäme, daß ... die Realität der Atome gerade eine Forderung der wissenschaftlichen Ökonomie ist“ — vorausgesetzt freilich, daß sich eine Einigung über den Be-

---

aus der Schrift von Kahlbaum und Schaer über Schönbein hervorhebt: „Ebendaselbst wird auch dargelegt, wie sehr Schönbein den Mitforschenden gegenüber (in der Ozonfrage) im Nachteil war, weil er die Hilfe der atomistischen Vorstellungen verschmähte“.

griff der Realität erzielen ließe. Hier würde der innerste Kern der Divergenz zwischen Mach und Planck zum Vorschein kommen und klar hervortreten, daß es sich in diesem Streit letzten Endes um den Substanzbegriff, also einen metaphysischen Begriff handelt.

Ähnlich liegt es wohl auch in der Kontroverse über Machs Auffassung der Kausalität. Die ablehnende Stellung vieler Philosophen wird auch von Physikern geteilt. So sagt der hervorragende Theoretiker A. Sommerfeld in seinem Festartikel zu Plancks sechzigstem Geburtstag über die Diskussion zwischen Planck und Mach: „Hier galt es für Planck das Recht der physikalischen Forschung auf freie Hypothesenbildung, den Glauben an die Einfachheit und Schönheit der Naturgesetze, die Gesundheit der physikalischen Weltanschauung zu verteidigen gegenüber einer Philosophie, die die Naturgesetze zu bloßen funktionalen Abhängigkeiten ohne kausale Färbung heruntersetzen und die Naturwissenschaften nur als eine ‚ökonomische Anpassung unserer Gedanken an unsere Empfindungen' hinstellen wollte." (Die Naturwissenschaften, Jahrgang 6, Heft 17, 26. April 1918, S. 199.) Dieser Ausspruch, welcher in seiner Wiedergabe Machscher Lehren sehr anfechtbar ist, gibt keine genügende Grundlage für eine Diskussion, da eine Definition des Begriffes „kausale Färbung" fehlt. Es mag darum dahingestellt bleiben, ob für Sommerfeld die Elimination der Transzendenz der Grund für die Ablehnung der Machschen Kausalitätsauffassung bildet oder nicht. Eine Auseinandersetzung mit den Ausführungen von Machs philosophischen

Gegnern, welche den Rahmen dieser Schrift überschreiten würde, soll an anderer Stelle gegeben werden.

Uns zu Machs Büchern zurückwendend, können wir seine „Populärwissenschaftlichen Vorlesungen" (4. Aufl. 1910) nur erwähnen, sein letztes großes Werk „Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung" (1. Aufl. 1905, 3. Aufl. 1917) nur kurz streifen. Diese beiden Werke bilden den bequemsten Zugang zu Machs Gedankenwelt. Während aber in den Vorlesungen bloß Einzelbilder geboten werden, gibt die zusammenhängende Darstellung des zweiten Werkes eine für das systematische Studium geeignete Einführung. In „Erkenntnis und Irrtum" hat Mach nach seinem eigenen Ausdruck versucht, „die Psychologie der Forschung auf autochthone Gedanken der Naturwissenschaft zurückzuführen". Unter den Naturforschern wird insbesondere dem Physiker der hier eingeschlagene Weg den allgemeinen erkenntnistheoretischen Standpunkt Machs leichter erfaßbar machen als die unvermittelte, seinen Denkgewohnheiten fremdartige Darstellung in der „Analyse", welche freilich darum nicht überflüssig wird. „Erkenntnis und Irrtum" macht deutlich, daß für Mach die Erkenntnistheorie Biologie des Erkennens ist. Es erscheint nicht undenkbar, daß, sowie die Entwicklungslehre zum Verständnis der Entwicklung des Erkennens beizutragen vermag und gerade auf Mach in diesem Sinne von starkem Einfluß gewesen ist, umgekehrt die Biologie des Erkennens für die allgemeine Biologie (im allgemeinsten Sinne) anregend wirken kann. Die Analogien zwischen Tatsachen zweier Forschungsge-

4*

biete sind für jedes derselben belehrend und Quellpunkte neuer Ideenentwicklungen. Das Gehirn ist ein Komplex von Einzelwesen mit (enger) gegenseitiger Bindung, die Lebewesen der Erde bilden in ähnlicher Weise einen Komplex von Einzelwesen mit (engerer oder loserer) Bindung. Hier Anpassung an die physischen Lebensbedingungen (Medium, Klima usw.), dort Anpassung der Gedanken an die Tatsachen; hier Anpassung an die Einflüsse der gegenseitigen Bindung, dort Anpassung der Gedanken aneinander. Dies nur als Beispiel einer Analogie, wie wir sie im Auge haben. Die Analogie zwischen Gedächtnis und Vererbung ist ein weiteres berühmtes Beispiel. Diese Analogie hat zu bedeutenden biologischen Untersuchungen Anstoß gegeben.

Unser Überblick über Machs Lebensarbeit ist am Ende angelangt. So lückenhaft er auch ist, so hoffen wir doch, daß er die imposante Geschlossenheit der gedanklichen Leistung des großen Forschers erkennen läßt. Schon in jungen Jahren brach bei Mach das Interesse für allgemeine Probleme durch. Als er kaum dem Knabenalter entwachsen war, er war damals fünfzehn Jahre alt, fielen ihm in der Bibliothek seines Vaters, von dem er viele Züge der intellektuellen und moralischen Verfassung geerbt hat, Kants Prolegomena zu jeder künftigen Metaphysik in die Hand. Dieses Buch bewährte auch bei ihm die so oft beobachtete Wirkung der Kantischen Philosophie; es zerriß den Schleier der naiven realistischen Weltansicht. Aber bald empfand er, wie er sich ausdrückt, die müßige Rolle, die das „Ding an sich“ spielt. Hiermit war die Abkehr

von dem transzendentalen Idealismus Kants eingeleitet. Trotzdem ist ein gewisser idealistischer Zug in Machs Denken unleugbar. Er geht aber, wie mir scheint, nicht so sehr auf jene idealistische Phase seines Denkens als auf die idealistische Anlage seiner moralischen Persönlichkeit zurück und äußert sich wesentlich nur in negativer Richtung: er hat es ihm erleichtert, sich von den Urteilen der „natürlichen" Auffassung, deren praktische, biologische Bedeutung er nicht hoch genug werten zu müssen glaubte, frei zu halten. Schon am Gymnasium lernte er durch seinen Lehrer, Pater Wessely die Entwicklungslehre Lamarcks und Darwins kennen. Er erkannte frühzeitig ihre Bedeutung für die Erkenntnistheorie. Die ständige Beachtung entwicklungstheoretischer Gesichtspunkte ist für Machs psychologische und erkenntnistheoretische Untersuchungen charakteristisch. Erwähnen wir noch die intellektuelle Erschütterung, welche ihm Lichtenbergs bekannter Ausspruch bereitete, nach welchem man statt „Ich denke" zutreffender sagen sollte „Es denkt", so haben wir die äußeren Einflüsse in seiner Jugendzeit erschöpft. Schon im Alter von siebzehn bis achtzehn Jahren hat er ein Erlebnis, in welchem das Resultat seiner halb unbewußten geistigen Arbeit gefühlsmäßig zum Durchbruch kommt, etwa so, wie der jugendliche Buddha bei seiner ersten Ausfahrt in die Welt die Wahrheit vom Leiden und den Weg der Erlösung erschaut. Mach erzählt: „An einem heiteren Sommertage im Freien erschien mir einmal die Welt samt meinem Ich als eine zusammenhängende Masse von Empfindungen, nur im Ich stärker zu-

sammenhängend. Obgleich die eigentliche Reflexion sich erst später hinzugesellte, so ist doch dieser Moment für meine ganze Anschauung bestimmend geworden." Diesem Erlebnis verdankte er auch das feine psychologische Verständnis für die Rolle des halb instinktiven Erschauens bei den großen Forschern, wie z. B. bei Galilei. In späterer Zeit übten noch Herbart und Fechner einen starken, aber bloß anregenden Einfluß auf ihn, Hume hat er erst kennen gelernt, nachdem er seinen eigenen Standpunkt schon gefunden hatte. Nicht unwesentlich ist der starke künstlerische Einschlag in seiner Persönlichkeit, der zum Teil ein Erbe seiner Mutter war. Er befähigte ihn zu dem vollendeten Stil, den wir in allen seinen Schriften bewundern können. Bedauerlicherweise hat die Schönheit seiner Darstellung gelegentlich die unerwünschte Wirkung gehabt, die volle Bedeutung seiner Gedanken zu verhüllen. Man muß sich bei der Lektüre Machscher Schriften hüten, sich durch die Leichtigkeit der Diktion und durch das Fehlen philologischer Schwierigkeiten zu allzuraschem Lesen hinreißen zu lassen. Machs Gedanken erschließen sich aus seinen künstlerisch geformten Sätzen nur dem ganz, der sie in Wahrheit nach—denkt.

Machs geistige Überlegenheit ist im Vereine mit der tiefen Güte seiner Natur die Quelle einer nicht gewöhnlichen Schalkhaftigkeit, die sich in den liebenswürdigsten Einfällen intellektuellen Witzes äußerte. Das charakteristischeste Beispiel ist vielleicht das folgende. In einer Schrift des Philosophen Chr. Fr. Krause, die ein Bekannter ihn zu lesen nötigte, fand Mach folgende Stelle:

„Aufgabe: Die Selbstanschauung ‚Ich' auszuführen.
Auflösung: Man führt sie ohne weiteres aus."

Um zu zeigen, wie man wirklich die Selbstanschauung „Ich" ausführt, entwarf Mach die in der „Analyse der Empfindungen" (7. Aufl., S. 15) reproduzierte Zeichnung. Machs „Ich" ist dabei monokular, mit dem linken Auge „selbstgeschaut".

Der geistreiche Witz, von welchem Mach allerdings sehr sparsamen Gebrauch macht, erinnert an Lichtenberg, dessen intellektueller Charakter überhaupt viele mit dem intellektuellen Charakter Machs übereinstimmende Züge zeigt. Für Lichtenberg wie für Mach ist das unbeirrbare Streben nach geistiger Klarheit, die Kraft selbständiger Auffassung, das starke Interesse für physikalische und psychologische Probleme charakteristisch. Während aber bei Lichtenberg die Geduld zu einer langwierigen systematischen Arbeit fehlt, so daß er den Reichtum seiner Natur in einem Feuerwerk sprühender Einfälle verausgabte, folgt bei Mach dem Einfall immer die konzentrierte Arbeit. Wenn Lichtenberg z. B. sagt: „Wenn das Licht trotz seiner Geschwindigkeit noch eine Schwere hat, so würde doch so etwas wie Refraktion am Horizonte erscheinen müssen, weil es von der Erde stark gezogen wird. Eigentlich wäre es Inflexion, durch die ganze Masse der Erde bewirkt[1])", — so bleibt es eben ein geistreicher Einfall, ohne jede Folge für die Entwicklung der Wissenschaft. Welche Bedeutung die konsequente Verfolgung dieses Einfalls für die Physik gehabt hätte, vermögen wir ja heute

[1]) ebenda, S. 261

deutlich zu sehen. Hätte es zu Lichtenbergs Zeiten schon Eisenbahnen gegeben, so hätte Lichtenberg höchstwahrscheinlich denselben Einfall bezüglich der Schiefstellung der Häuser und Bäume beim Durchfahren einer Kurve gehabt wie Mach; ob eine systematische Untersuchung über Bewegungsempfindungen gefolgt wäre, ist mehr als fraglich.

Die ungewöhnliche Kraft der Konzentration eines so vielfältigen, selbständig erworbenen Erfahrungsmaterials befähigte Mach zu der hohen erkenntnistheoretischen Leistung, in welcher seine gesamte wissenschaftliche Arbeit wie in einem Brennpunkt gesammelt erscheint. Wie alles, was aus dem gewohnten Vorstellungskreis herausfällt, fand diese Leistung nur langsam den Weg in das Bewußtsein der Zeitgenossen. Nur was gegen den Widerstand sich durchzuringen vermag, hat die Kraft, neue Wege zu erschließen. Heute freilich ist die Bedeutung der Machschen Erkenntnistheorie durch ihre Ausstrahlung in die verschiedensten Wissensgebiete einem weiteren Kreis offenbar geworden und um Mach ist es etwa seit einem Jahrzehnt nicht mehr so einsam wie vor rund vierzig Jahren. Andere, von den Philosophen insbesondere Avenarius, sind auf anderen Wegen zu einem ähnlichen Standpunkt gelangt. Für den Naturforscher aber wird Machs Weg immer der gangbarste bleiben, denn er ist, um Machs Ausdruck zu wiederholen, durch autochthone Gedanken der Naturwissenschaft erschlossen. Der Naturforscher, der aus dem Gehege seiner Spezialdisziplin heraus nach einem übersichtlicheren Standpunkt, nach einer „Welt-

ansicht" strebt, wird an Mach nicht vorübergehen können. Ob er ihm dann folgen will und kann, oder nicht, die erregende Wirkung der Machschen Gedanken, die Erschließung eines ganz neuen, weiteren Gesichtskreises wird ihre befreiende Wirkung nicht versagen.

Mit großer Entschiedenheit hat Mach betont, daß es keine Machsche Philosophie gibt. Darin wollen wir ihm zustimmen, denn er hat keine systematische Bearbeitung der verschiedenen Gebiete durchgeführt, welche nach dem feststehenden Begriff der Philosophie zu ihr gerechnet werden. Aber er hat einen philosophischen Standpunkt gefunden, von welchem aus eine systematische Bearbeitung dieser verschiedenen Gebiete denkbar ist. In seinen Werken finden sich kurze, gelegentliche Bemerkungen über die verschiedensten philosophischen Gegenstände, aus denen sich ergibt, daß sein Nachdenken einen viel größeren Teil des Gesamtgebietes der Philosophie umspannt hat als denjenigen, welchen er systematisch bearbeitet hat. Seine Aufmerksamkeit war nicht auf das bearbeitete Teilgebiet eingeschränkt und darum dürfen wir ihn wohl als Philosophen bezeichnen, obzwar er diesen Titel auch abgelehnt hat. Aus diesen verstreuten Bemerkungen sowohl wie aus seinem praktischen Verhalten vermögen wir uns ungefähr ein Bild zu machen, welche Gestalt eine Machsche Philosophie erhalten hätte, wenn er sie ausgearbeitet hätte. Daß es zu ihrer Ausarbeitung nicht kam, mögen wir bedauern, aber wir können es verstehen: es hat ihm, wenn vielleicht auch nicht gelegentlich an Lust, so doch gewiß an Zeit dazu gefehlt. Und wenn wir vor die Wahl gestellt

wären, so würden wir ohne Bedenken erklären, daß wir leichter auf das verzichten können, was er nicht gemacht hat, als auf das, was er gemacht hat. So einzigartig sind seine kritischen und historisch-kritischen Untersuchungen zur Physik und seine sinnesphysiologischen Leistungen.

Mach war ein Philosoph und zwar auch ein Philosoph in dem höchsten Sinne, welchen man mit dieser Bezeichnung verbinden kann, das ist ein Führer der Menschheit, ein Wegweiser zu einem Ideal. Die Wissenschaft ist ihm das Schwert, welches den Weg zum Ziel bahnen soll und kann. Er ist Utilitarist. Aber sein Utilitarismus wird durch die höchste sittliche Idee bestimmt und dadurch von den letzten Schlacken elementarer Instinkte befreit. Denn das Ideal, das ihm vorschwebt, ist die sittliche Weltordnung. Die nüchterne Kritik, die ehrwürdige Vorstellungen von ihrem Throne stößt, ist ihm nicht Zweck, sondern Mittel zu dem Höchsten, was wir Menschen erstreben können. Er malt keine Utopie, sondern er stellt ein Ziel vor uns hin, von dessen Erreichbarkeit wir überzeugt sein dürfen, weil wir das Mittel zu seiner Erreichung, die Wissenschaft, schon in der Hand haben.

Das Ideal der sittlichen Weltordnung ist bei Mach nicht das Ergebnis einer theoretischen Spekulation, sondern eine aus seinem warmfühlenden Herzen, seinem „buddhistischen" Gewissen stammende Forderung. Dies spricht er in „Erkenntnis und Irrtum" selbst mit den folgenden Worten klar aus: „Bedenken wir die Qualen, welche unsere Vorfahren unter der Brutalität ihrer sozialen Einrichtungen, ihrer Rechts- und Gerichtsverhältnisse, ihres

Aberglaubens, ihres Fanatismus zu erdulden hatten, erwägen wir die reichliche Erbschaft der Gegenwart an diesen Gütern, stellen wir uns vor, was wir davon noch in unseren Nachkommen miterleben werden, so ist uns dies ein genügend mächtiger Antrieb, an der Verwirklichung des Ideales einer sittlichen Weltordnung mit Hilfe unserer psychologischen und soziologischen Einsichten eifrig und kräftig mitzuarbeiten." Der unmittelbare Antrieb zur Postulierung des Ideals einer sittlichen Weltordnung liegt also für Mach in dem Leiden. Auch hier ist alles Metaphysische ausgeschaltet. Sein ethischer Standpunkt ist durch einen Satz bestimmt, den er an anderer Stelle ausgesprochen hat: „Alles ist ja nur für uns Menschen, an sich hingegen ist nichts."

In seiner Persönlichkeit hat Mach den Willen zur sittlichen Weltordnung in reinster Erscheinung zum Ausdruck gebracht. Ich habe Mach kennen gelernt, nachdem er sich, veranlaßt durch sein körperliches Leiden, vom Lehramt zurückgezogen hatte. Ich war, als ich mich auf den Weg zu ihm begab, gewiß, dem Eindruck einer bedeutenden, genialen Persönlichkeit entgegenzugehen, aber ich war nicht gefaßt auf das, was ich erlebte. Es war etwas ganz anderes, als was ich bis dahin an überragenden Geistern kennen gelernt hatte, etwas durchaus Verschiedenes von dem großen Forscher, dem großen Dichter; ich stand einem Heiligen gegenüber, der die letzten Reste der Erdenschwere überwunden und aus dessen Augen die unbeirrbare Güte des Allesverstehenden erstrahlte. Und wie ich ihn das erstemal gesehen, so habe ich ihn immer wieder gesehen.

In Machs Persönlichkeit erkannte ich den ungeschriebenen Teil der Machschen Philosophie.

Machs Ausgangspunkt für die Aufstellung seines ethischen Ideals deckt sich dem Ausdruck nach mit der ersten heiligen Wahrheit des Buddhismus, der heiligen Wahrheit vom Leiden. Machs Denken zeigt überhaupt eine bemerkenswerte Übereinstimmung seines charakteristischen Hauptzugs mit jenem der Denkart Buddhas: in der Ausschaltung des Metaphysischen[1]) und in der Verwerfung des Substanzbegriffs. Wir verweisen, um dies zu belegen, auf Oldenbergs „Buddha", aus dem wir einige Stellen anführen wollen.

„Man hat den Gegensatz der brahmanischen und der buddhistischen Auffassung von der Existenz der Dinge so ausgedrückt, daß jene im Begriff des Werdens nur das Sein, diese nur das Nichtsein erfasse. Wir ziehen es vor, jede Wendung, welche den Buddhismus das Nichtsein als die wahre Substanz der Dinge hinstellen ließe, zu vermeiden und uns dahin auszudrücken, daß die Spekulation der Brahmanen in allem Werden das Sein, die der Buddhisten in allem scheinbaren Sein das Werden ergreift. Dort die kausalitätslose Substanz, hier die substanzlose Kausalität." ... „Wo die Quellen liegen, aus welchen diese Kausalität ihr Recht und ihre Macht schöpft, fragt der Buddhismus nicht. Er läßt die Welt des Entstehens und Vergehens ebensowenig von einem Gott ge-

[1]) Buddha übernimmt allerdings die allgemein indische Lehre von der Wiedergeburt, aber weitere metaphysische Spekulation lehnt er ab.

schaffen, wie von einem schöpferischen Naturgrunde aus seinem Innern heraus enthüllt werden. Er nimmt ihr Dasein, das Wirken des Weltgesetzes als Tatsache hin. Wollte man, keineswegs in vollem Einklang mit den Denkgewohnheiten des Buddhismus selbst, aussprechen, was in diesem Reiche der Endlichkeit das Absolute ist, könnte man als solches nur das regierende Weltgesetz der Kausalität nennen. Wo es kein Sein gibt, sondern allein Geschehen, kann als das Erste und Letzte nicht eine Substanz, sondern nur ein Gesetz erkannt werden." ... „Daß der Buddhismus die Existenz der Seele verneint, ist nicht unrichtig, aber man darf dies nicht in einem Sinne verstehen, der diesem Gedanken irgendwie ein materialistisches Gepräge aufdrücken würde. Es ließe sich mit demselben Recht sagen, daß der Buddhismus die Existenz des Körpers leugnet. Körper wie Seele existiert nicht als eine in sich selbst geschlossene Substanz, sondern allein als ein Komplex von mannigfaltig sich verschlingenden Prozessen des Entstehens und Vergehens ... Wir müssen uns der uns gewohnten Vorstellungsweise hier völlig entäußern. Pflegen wir unser Innenleben nur dann als ein verständliches gelten zu lassen, wenn wir seinen wechselnden Inhalt, jedes einzelne Gefühl, jeden einzelnen Akt des Willens in Beziehung auf ein und dasselbe bleibende Ich betrachten dürfen, so ist diese Art zu denken dem Buddhismus von Grund aus widerstrebend. Hier wie überall verwirft er den Halt, welchen wir dem Treiben der kommenden und gehenden Ereignisse durch die Vorstellung einer Substanz, an oder in welcher sich jene ereignen, zu geben

lieben. Ein Sehen, ein Hören, ein Sichbewußtwerden, vor allem ein Leiden findet statt; eine Wesenheit aber, die das Sehende, das Hörende, das Leidende wäre, erkennt die buddhistische Lehre nicht an." ... „Die Kausalität, oder um das indische Wort (patticasamuppâda) genauer wiederzugeben, das Entstehen (eines Dinges) in Abhängigkeit (von einem andern Dinge), stellt ein Verhältnis zwischen zwei Gliedern dar, von denen das eine und darum auch das andre in keinem Augenblick sich selbst gleich ist. Es gibt kein der Ordnung der Kausalität unterworfenes Sein, das sich nicht in ein Sichwandeln, in Geschehen auflöste. In dem fortwährenden, vom Naturgesetz der Kausalität beherrschten Oszillieren zwischen Sein und Nichtsein liegt allein die Wirklichkeit der Dinge, welche den Inhalt dieser Welt ausmacht." ... „Von Dingen oder Substanzen, in dem Sinne eines in sich selbst ruhenden Daseins, wie wir ihn mit diesen Worten zu verbinden pflegen, kann für den Buddhismus nach dem allen überhaupt nicht die Rede sein."

Und so wie Buddha auf jede metaphysische Frage die Antwort weigert, — wofür die buddhistische Literatur die stehende Formel hat: „Das hat der Erhabene nicht geoffenbart" — und das Denken des Fragers in den Bereich der Heilslehre verweist, so lehnt Mach in gleicher Weise alles Metaphysische als „müßig" ab, wenn auch, seinem Ausgangspunkt entsprechend, aus anderen, d. i. aus erkenntnistheoretischen Gründen. Trotzdem ist auch hier ein verwandter Zug, das Prinzip der Denkökonomie, unverkennbar.

Mach weist auf diese Verwandtschaft des buddhistischen Denkens mit seinem eigenen selbst hin, indem er zu dem in der „Analyse der Empfindungen" ausgesprochenen Satz: „Die Zumutung, sich auf der Sonne statt auf der Erde stehend als Beobachter zu denken, ist nun aber eine Kleinigkeit gegen die Forderung, sein Ich für nichts zu achten, dasselbe in eine vorübergehende Verbindung von wechselnden Elementen aufzulösen" die Anmerkung hinzufügt: „Der Buddhismus kommt hier seit Jahrtausenden vorzugsweise von der praktischen Seite entgegen".

Wohl ist, wie oben hervorgehoben, die erste Heilswahrheit Buddhas mit der ersten „Heilswahrheit" Machs dem Ausdruck nach identisch, aber sie ist es nicht dem Begriffe nach. Und darum muß auch die Heilslehre beider verschiedene Wege gehen. Aber darin kommen sie schließlich wieder überein: sie suchen die Erlösung in der Erkenntnis und dem von der Erkenntnis beherrschten Handeln. Das Leiden, das Buddha zum Nachdenken trieb, ist Geburt, Krankheit, Alter und Tod, von Liebem getrennt sein, mit Unliebem vereint sein, nicht erlangen, was man begehrt; das Leiden, welches Mach durch die Aufrichtung einer sittlichen Weltordnung zum Verschwinden bringen will, entstammt den Beziehungen der Menschen zueinander. Für das Leiden, von welchem Buddhas Lehre befreien will, hat die Wissenschaft keine andere Erlösung als die, welche in der bewußten Unterwerfung unter die Gesetzmäßigkeit des Geschehens liegt. Mach selbst hat sie in seinem schweren Leiden und in seinem Tod bewährt.

Es muß jedem Menschen überlassen werden, zu ent-

scheiden, ob er sich gegenüber Geburt und Tod, den Problemen Buddhas, mit der wissenschaftlichen Weltansicht begnügen könne oder nicht, unbedingt zu verwerfen ist jedoch die Leichtherzigkeit, mit der mancher Denkfähige solchen Fragen aus dem Wege geht, ebenso wie die Unaufrichtigkeit oder Sophistik, die hier so häufig in schillerndem Aufputz tiefsinnige Philosophie vortäuschen. Wir wollen und können nicht demjenigen widersprechen, der hier eine Grenze des wissenschaftlichen Denkens überhaupt erblickt. Aber wir neigen uns in Ehrfurcht vor der sittlichen Größe, die sich angesichts dieser Probleme in gedanklicher Klarheit bei der unvollendeten wissenschaftlichen Weltansicht bescheidet.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

[illegible]